

第157回

地震予知連絡会資料

2004年5月17日



京都大学防災研究所
地震予知研究センター

第157回地震予知連絡会目次 2004年5月17日

- 1) 近畿北部における最近の地殻活動・・・・・・・・・・(B)
 - ・ 丹波山地の微小地震活動低下と2004年4月16日亀岡付近M3.7の地震について
 - ・ 近畿北部の地震活動の時空間変化
 - ・ 地殻変動連続観測に見られる最近1年間の歪レートと水位変化
- 2) 西日本各地の地殻変動連続観測結果(1999年1月-2004年3月)
 -近畿・日向灘総合観測線、山崎断層・・・・・・・・・・(C)
- 3) 淡路島800m孔における歪と地下水圧の変化・・・・・・・・・・(C)

-----*-----*

1) 近畿北部における最近の地殻活動・・・・・・・・・・(B)

- 2003年1月頃から、近畿北部の地震活動が低下している。
 特に、琵琶湖西岸から京都府南部、大阪府北部にかけての丹波山地で顕著
- 最も地震活動の低下していた亀岡市南西部で、4月16日M3.6の地震が発生した。
- このような地震活動の低下の後、有感地震を含む地震活動が活発化することは1998年頃にも見られた。過去30年には、見方にもよるが5, 6回ある
- 1995年兵庫県南部地震の数前から地震活動が低下していたが、半年前から有感地震を含む地震活動が活発化した。
- 複数の地殻変動連続観測データにおいても、2003年2月頃から歪レートに変化が見られる。

丹波山地の微小地震活動低下と2004年4月16日亀岡付近M3.7の地震について

1999-2004APR
SATARN.ABU.KYOTO-U
Depth < 30km

SW

NE

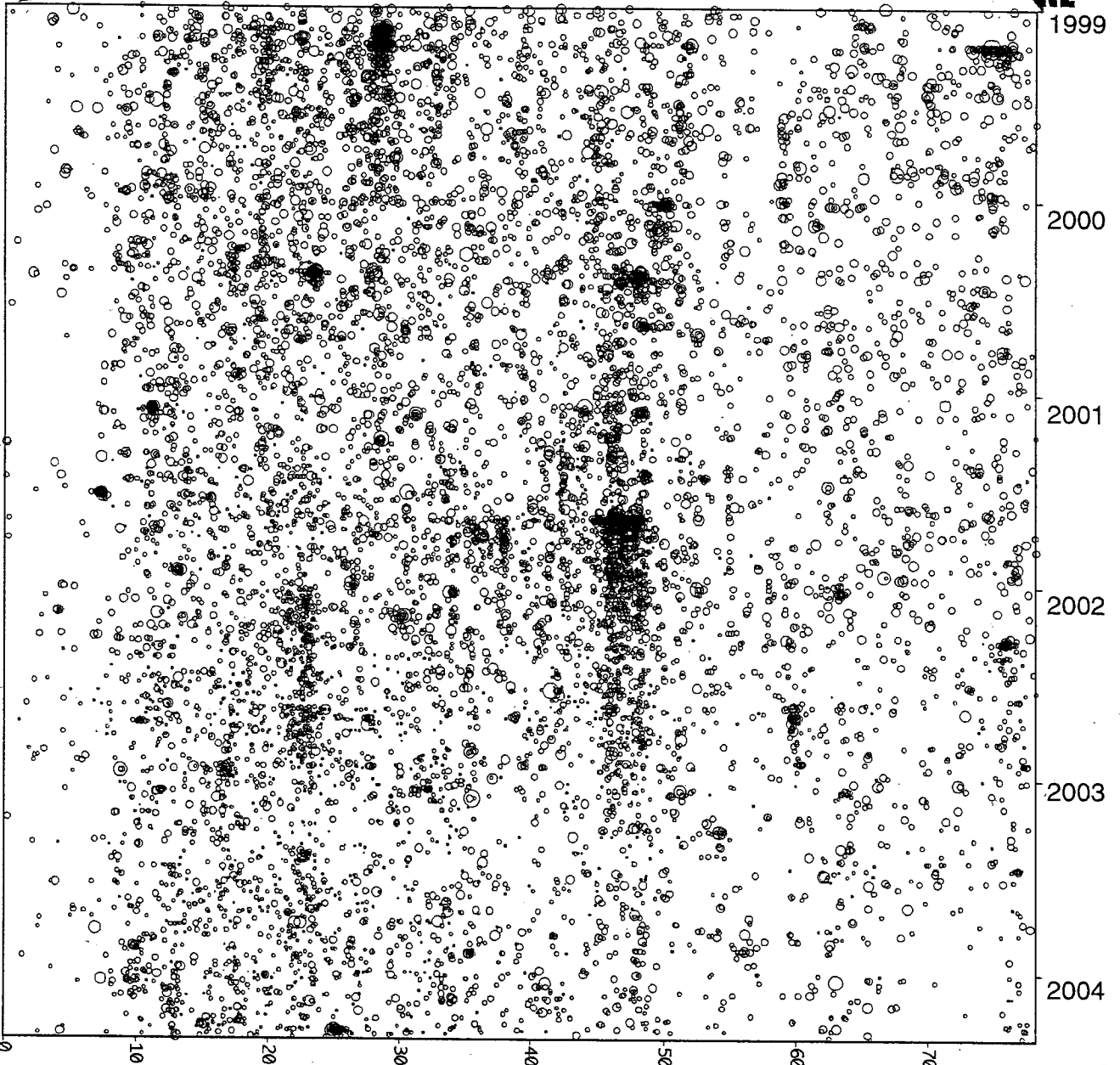


図1：1999年1月～2004年4月の丹波山地から琵琶湖西岸にかけての微小地震の時空間分布。京都大学防災研究所地震予知研究センター阿武山系データ（ただし、2001年までは再検測，2002年以降は自動処理による）。

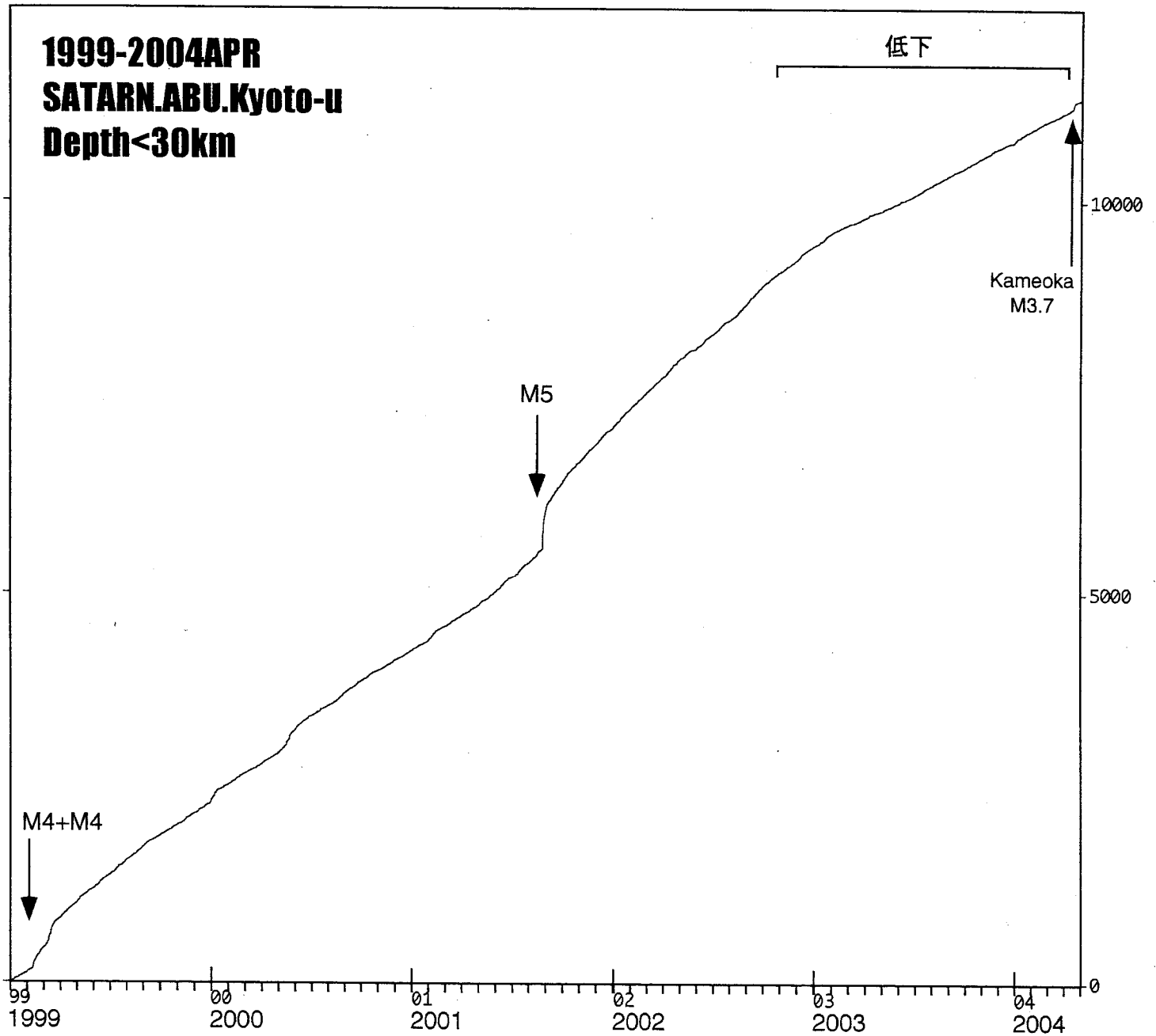


図2：1999年1月～2004年4月の丹波山地の微小地震の積算発生数。京都大学防災研究所地震予知研究センター阿武山系データ。空間範囲は図1内の矩形範囲と同じ。2003年1月末頃から活動が低下したまま現在に至っている。丹波山地の周辺地域（柳ヶ瀬断層，和歌山市周辺，六甲・淡路島地域，山崎断層等）では，このような低下は見られない。2001年8月および1999年2月の増加はM4～5の中規模地震の余震活動。

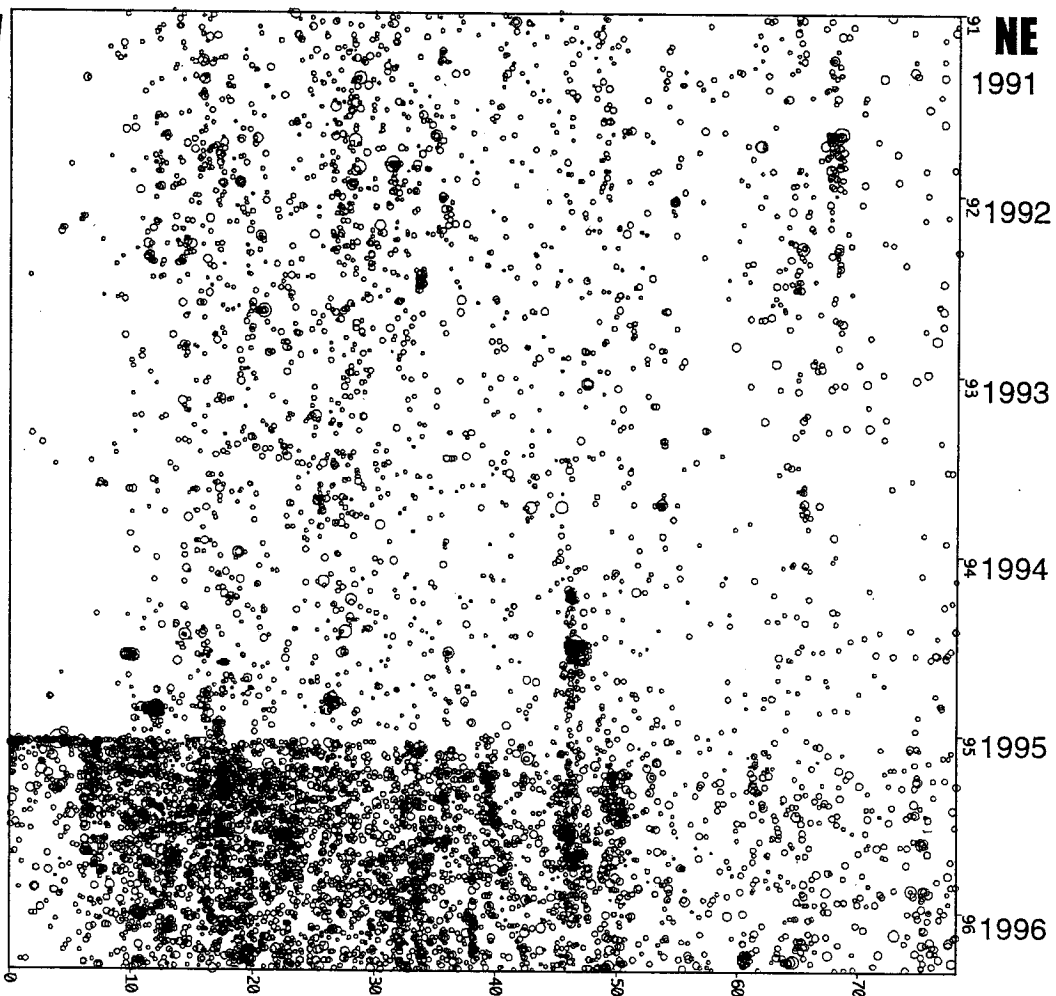


図3：1991年1月～1996年4月の丹波山地の微小地震の時空間分布。京都大学防災研究所地震予知研究センター阿武山系データ。空間範囲は図1内の矩形範囲と同じ。兵庫県南部地震直後から丹波山地の微小地震活動は活発化した。

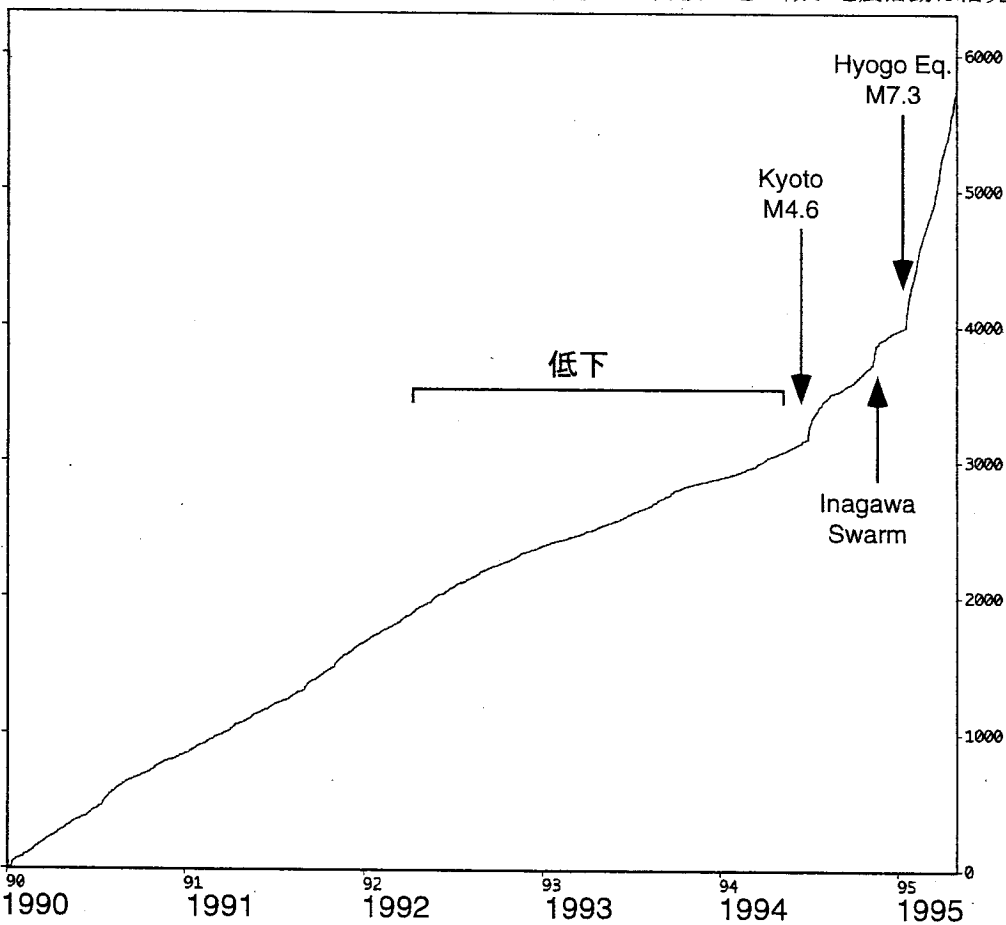


図4：兵庫県南部地震前後の1990年1月～1995年4月の丹波山地の微小地震の積算発生数。京都大学防災研究所地震予知研究センター阿武山系データ。空間範囲は図1内の矩形範囲と同じ。兵庫県南部地震前の1992～1994年前半の期間、丹波山地の微小地震活動は低下し、有感地震 ($M>3.5$) もほとんど起きていなかった。

ABUSATARN1987-2004APR22

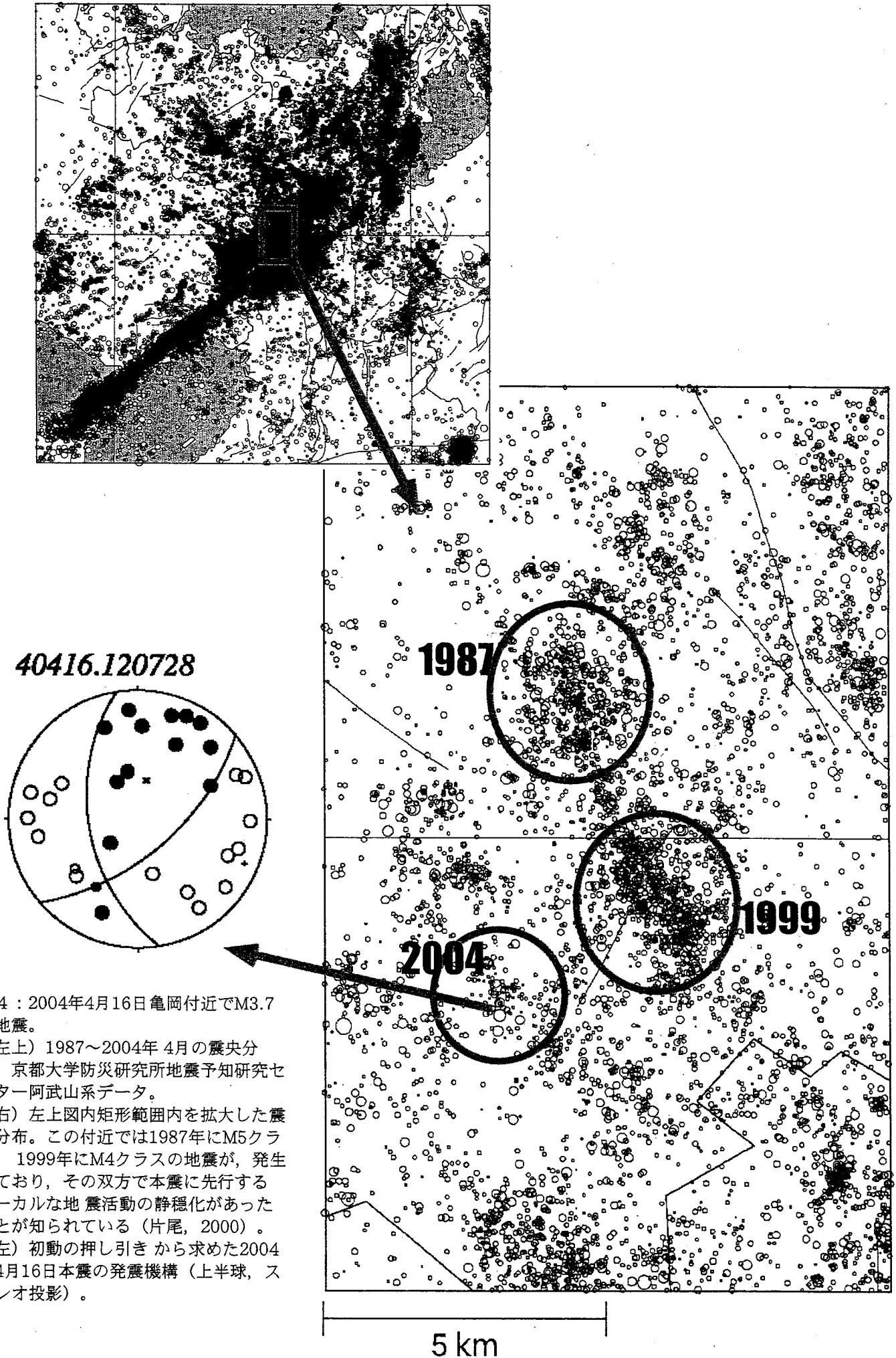


図4：2004年4月16日亀岡付近でM3.7の地震。

(左上) 1987～2004年4月の震央分布。京都大学防災研究所地震予知研究センター阿武山系データ。

(右) 左上図内矩形範囲内を拡大した震央分布。この付近では1987年にM5クラス、1999年にM4クラスの地震が、発生しており、その双方で本震に先行するローカルな地震活動の静穏化があったことが知られている(片尾, 2000)。

(左) 初動の押し引きから求めた2004年4月16日本震の発震機構(上半球, ステレオ投影)。

5 km

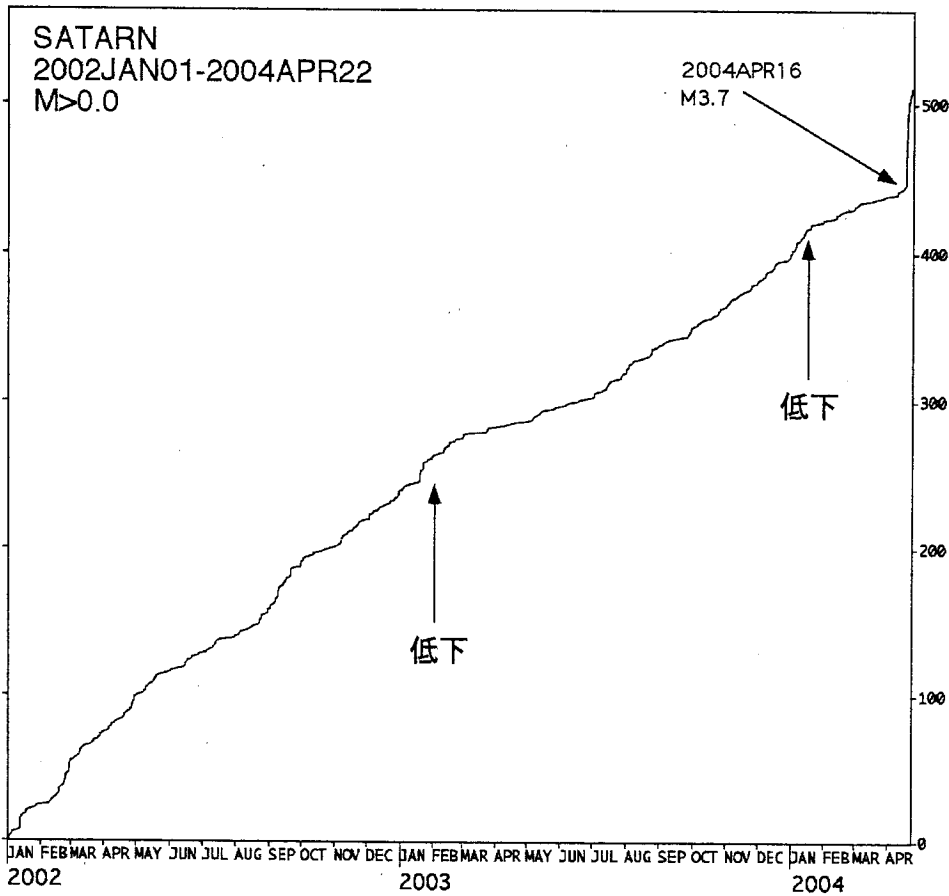


図5：図4右図の空間範囲における2002～2004年4月積算地震発生数。丹波山地の他の地域と同じく、2003年1月頃から活動が低下していることが分かる。また、2004年1月頃からさらに活動が低下していることが分かる。2004年1月頃からの活動低下は、丹波山地の他の地域ではみられず、過去の2例と同じく4月16日の地震に先行するローカルな静穏化が、2003年1月頃からの丹波山地全体の活動低下に重畳しているものとも解釈できる。

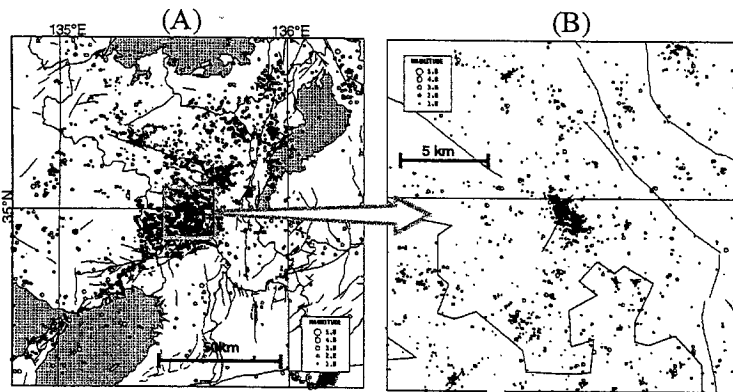
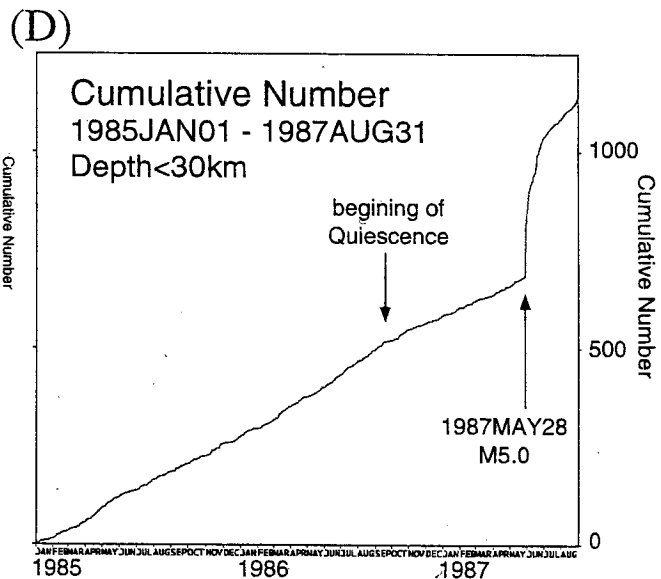
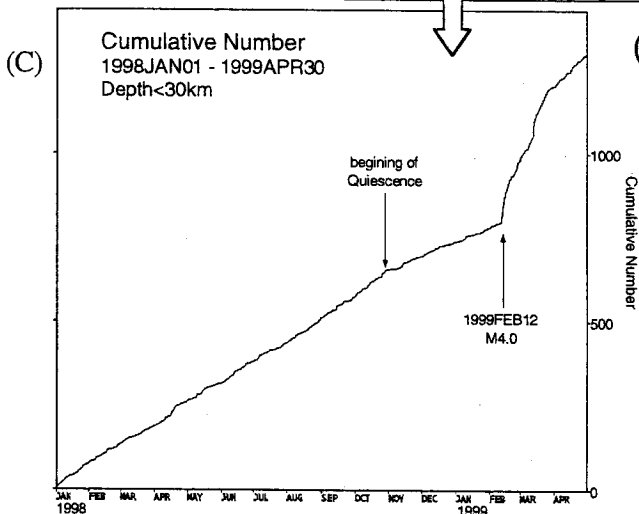


図6：中規模地震に先行する微小地震活動の静穏化の例。

(A) 1998年1月～1998年4月の近畿地方北部の浅い地震の震央分布。(B) (A)と同期間1999年2月12日亀岡付近M4.0の周囲20km四方の震央分布。(C) (B)で示した地震の積算発生数。(D) 同じく亀岡付近の1985年1月～1987年8月の積算発生数。1987年5月28日M5.0に先行する静穏化が見られる。(片尾, 2000)



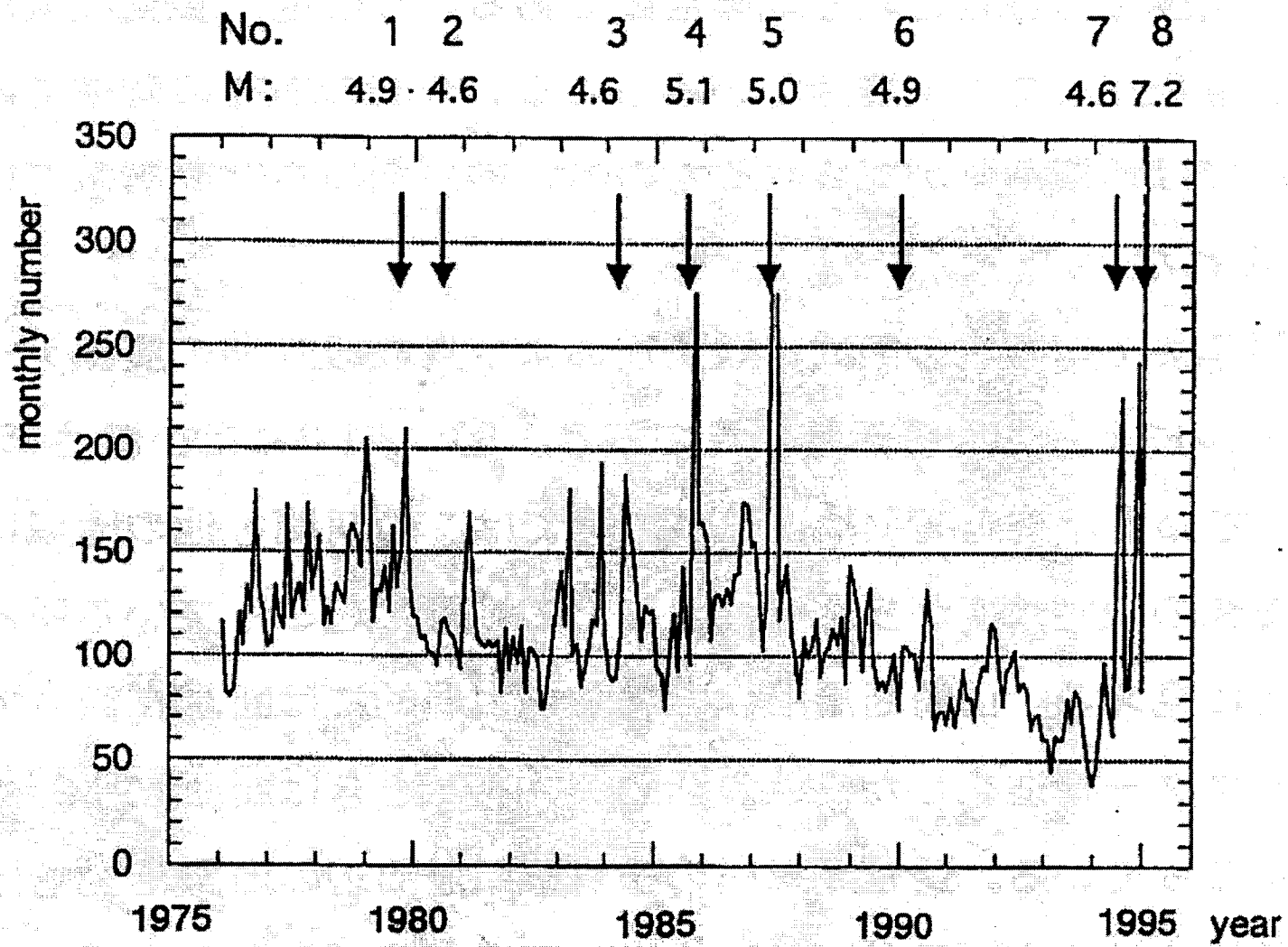
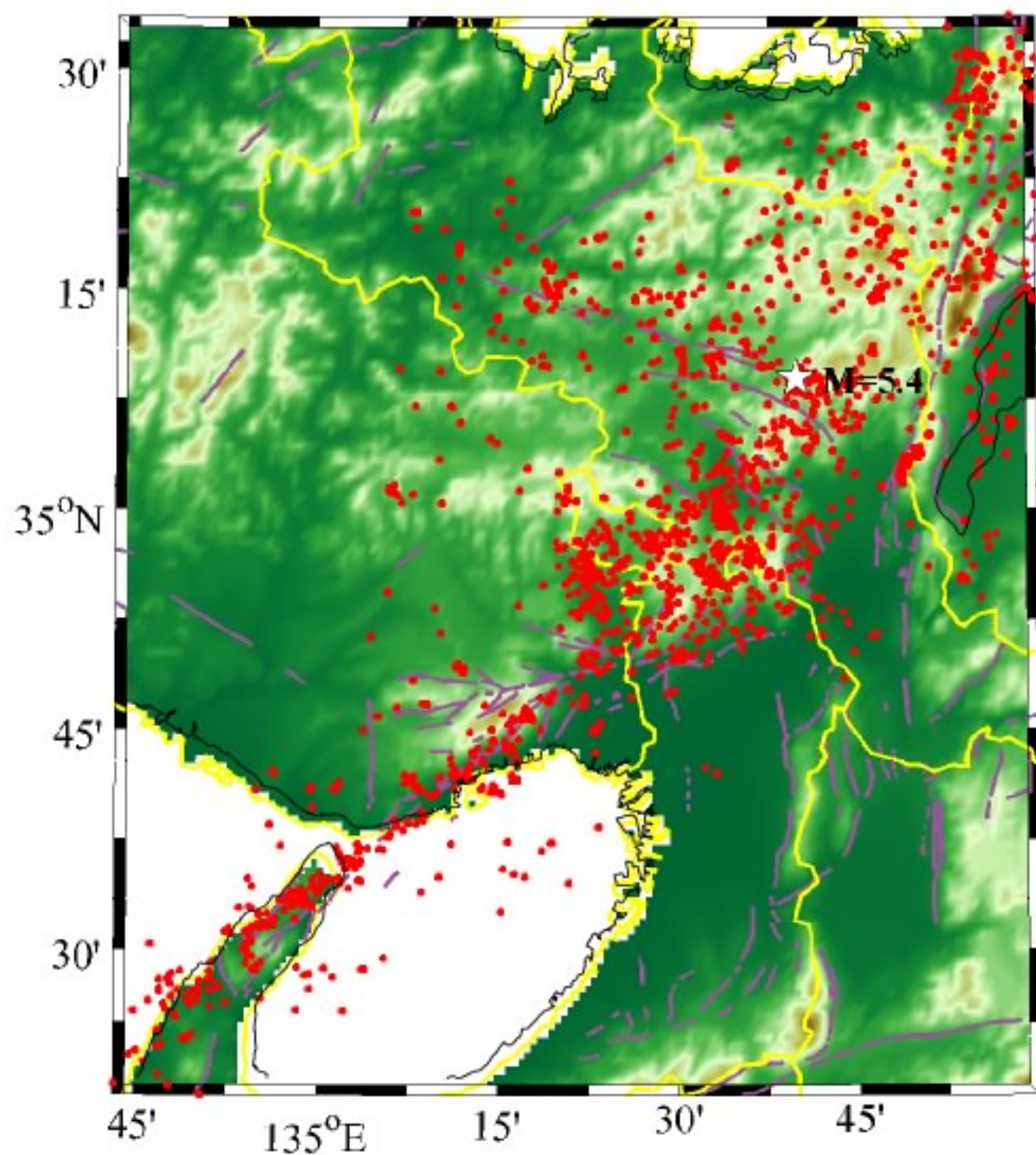
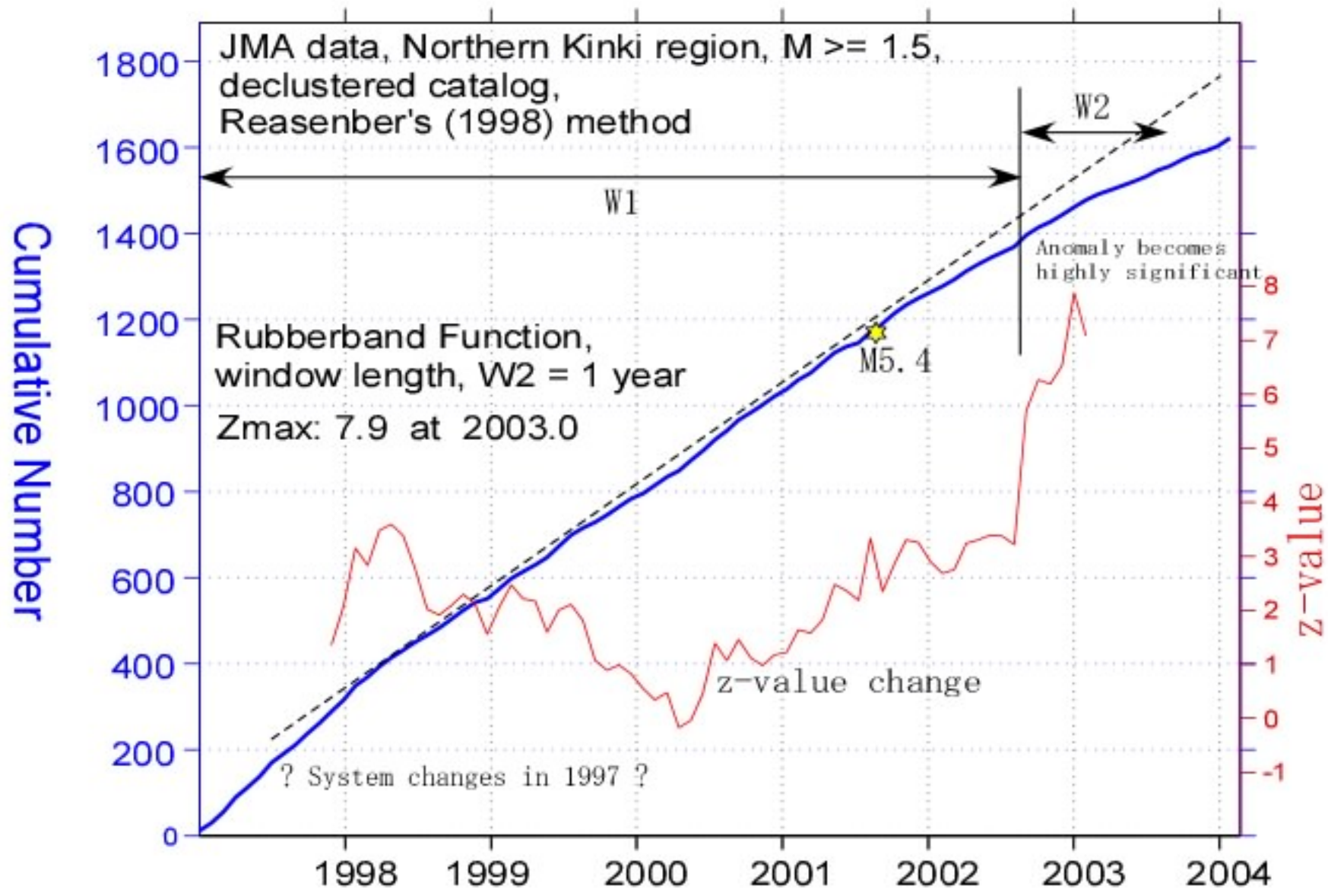


図 2.2.1 近畿地方中・北部の地震活動の時間的变化 渡辺 晃(1995)

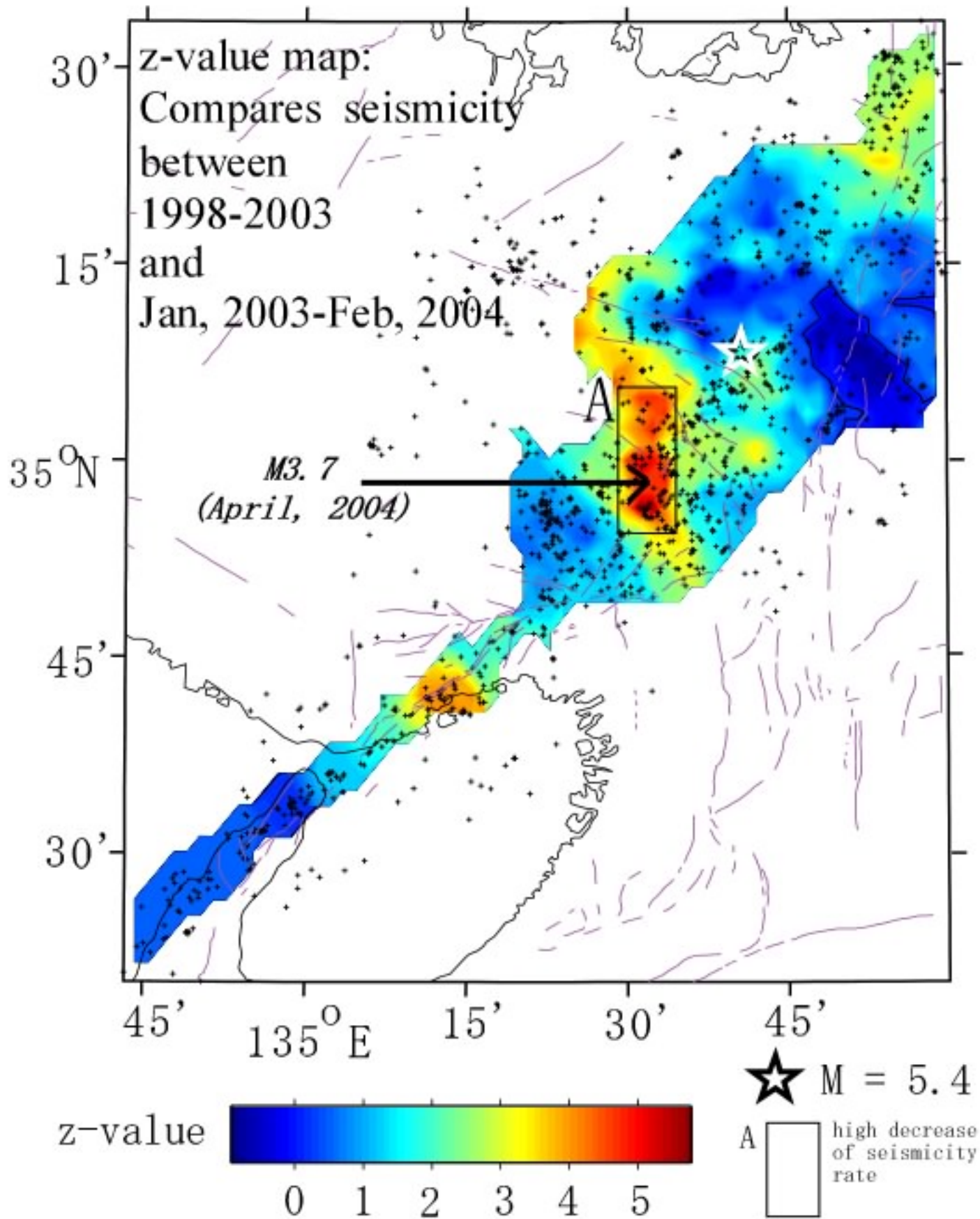
矢印はM>4.5以上の目立った地震を示している。



Epicentral map. Northern Kinki region.
(JMA data, $M \geq 1.5$, 1997–February 2004)
The epicenter of the largest earthquake
($M5.4$) occurred during this time period
is shown by a star.

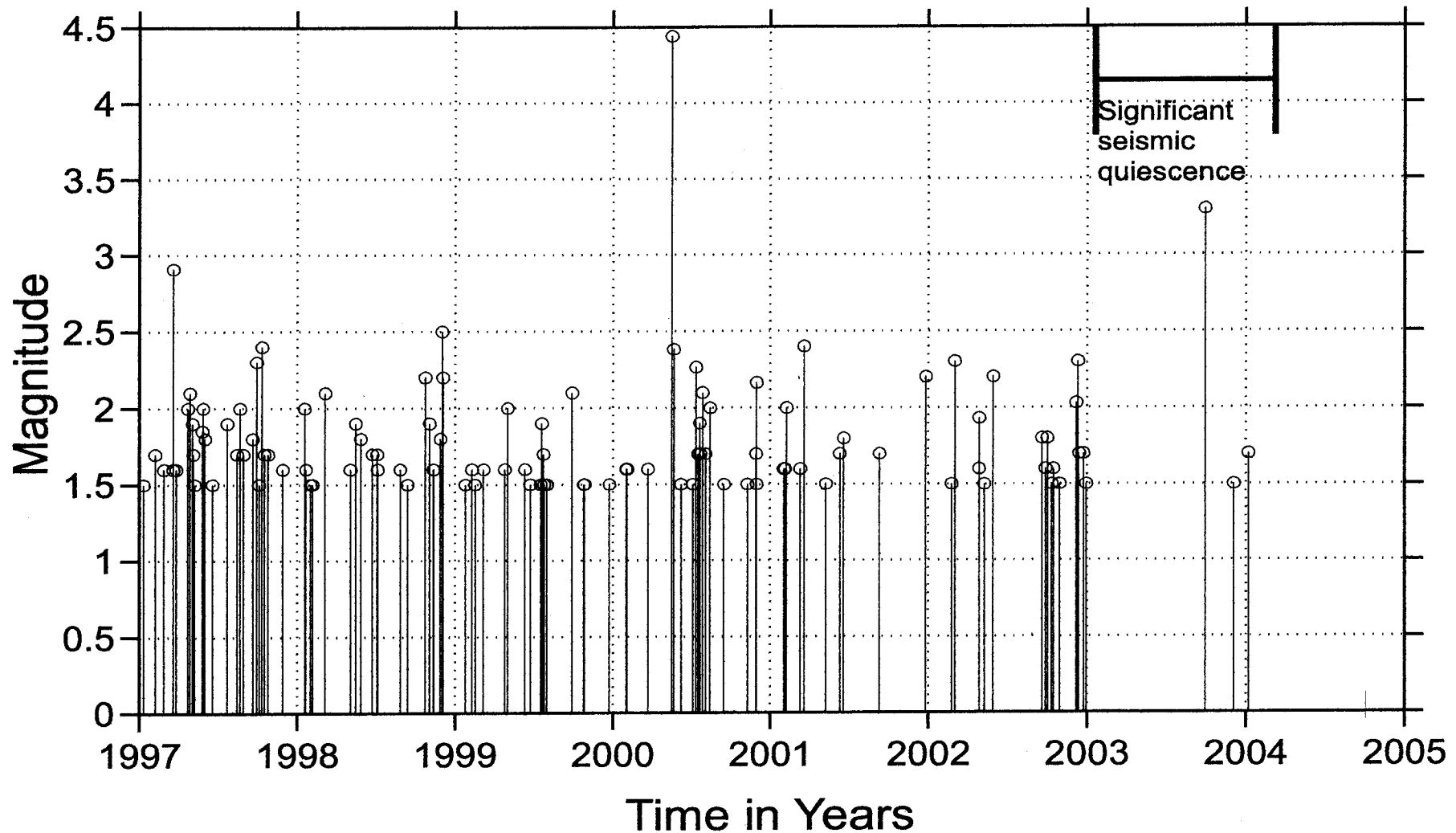


Cumulative number of earthquakes and z-value change in N. Kinki region. A significant decrease of seismicity rate starts around August 2002. The z-value compares the seismicity rates in two time windows, as indicated in the graph.



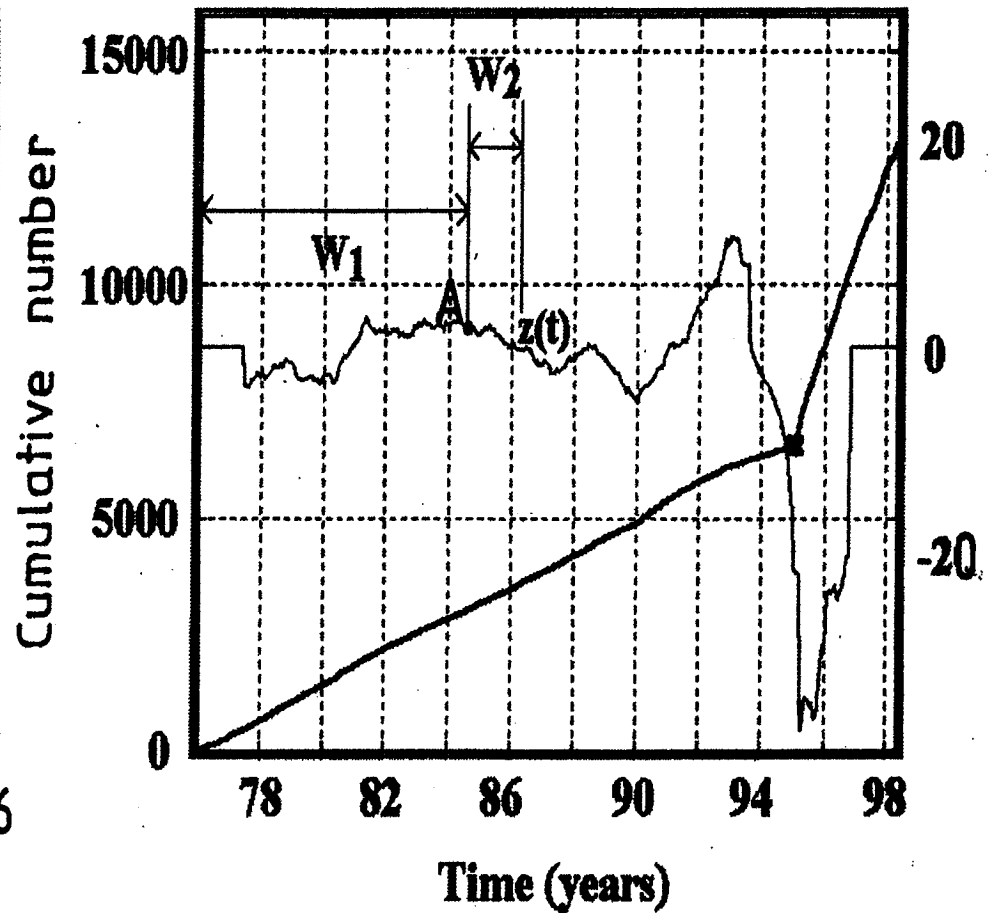
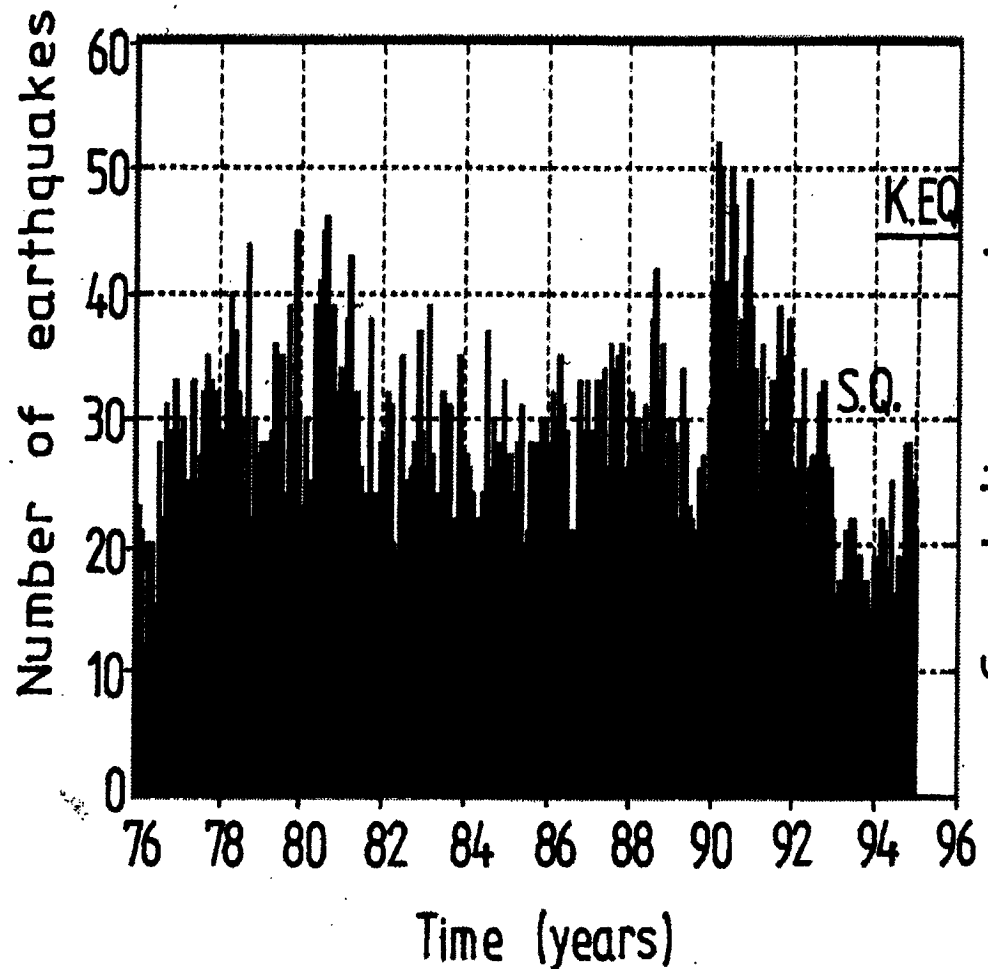
Z-value change in N. Kinki region. A larger *z* (yellowish, red colors) indicates a significant decrease of earthquake rate in Jan, 2003-Feb, 2004 compared to 1998-2003.

*Arrow: M*3.7 event occurred on 16 April 2004, in an area of high *z*-value (see also the seismic activ./time in rectangle A)



Magnitude of events versus time within rectangle A (see the z-value map for the area of high seismicity rate decrease), from 1997 to February 2004. One can notice the low seismicity rate after 2003.

In April 2004 an M3.7 event occurred in the center of the significantly-low seismicity area. Please note that this is the second largest event since 1997 in the anomalous area. The 2000 M4.4 event had no precursory quiescence. However, the M4.4 event occurred ~~urred~~ at one of the margins of rectangle A (not at its center).



Left: Histogram of the monthly number of earthquakes ($M \geq 1.5$) for the declustered catalogue from 1976 to the 1995 Kobe earthquake. S.Q. indicates seismic quiescence and K. EQ. indicates the Kobe earthquake.
Right: Statistical analysis of the declustered catalogue. Cumulative number curve (scale in the left side of the graph) and the function $z(t)$ (scale in the right side of the graph). The maximum value of z is 10.4 in January 1993. w_2 is taken to be 1.5 years. The graph shows schematically the windows w_1 and w_2 at point A.

1995兵庫県南部地震の前のZ-値の分布
左:1982年、 右:1993年

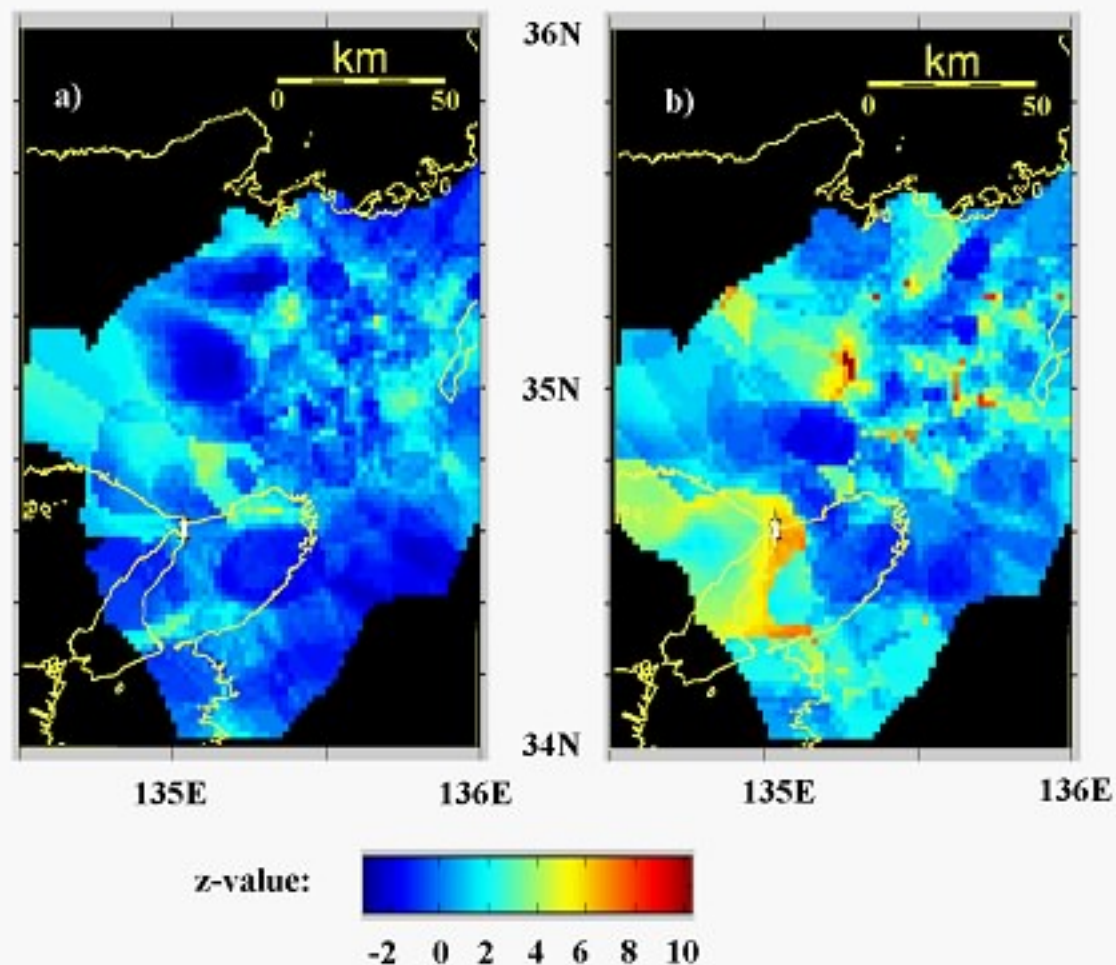


Fig. 2.7 Z-value map at the "reference year" 1982 (a) and at the "reference year" 1993 (b). Rubberband window length (w_2) is 1.5 years. The star represents the epicentre of the Kobe earthquake. Lighter colours (yellow, orange, red) indicate regions of decreased seismicity rate.

地殻変動連続観測記録に見られる最近約1年間の歪レートの変化と水位変化

2003年2月末頃から、天ヶ瀬観測所の伸縮計記録に歪レートの変化が現れた(図1)。N62.5°EとN27.5°Wの2成分の歪レートはそれまでの平均値の4倍近い値になり、南北方向の縮みが増加したことを示している。歪レート増加期間の継続時間と降雨の記録から見て、この変化は降雨の影響によるものではない。同様の時期に、天ヶ瀬観測所の真西24kmにある阿武山観測所の伸縮計記録にも同様の変化が現れた(図2)。天ヶ瀬観測所から南南西42kmにある屯鶴峯観測所の伸縮計記録も、南北方向の縮みが増加したことを示している。

同じ時期に、天ヶ瀬観測所の北12kmにある逢坂山観測所の水位記録に急激な増加が見られた(図3)。通常、逢坂山観測所の水位は降雨量の多寡に追従する事がわかっている。しかし今回は、水位増加をもたらすと考えられる降雨が観測された時期よりも100日以上先行して、水位の上昇が始まった。歪と水位は相互に影響を及ぼす関係にあるが、今回の水位上昇は、周辺の地殻が圧縮されたために生じたと考えられる。理由の一つは、前述のように降雨に先行して水位上昇が始まったこと。もう一つの理由は、かなり水位が低下してきた最近になっても、歪が水位上昇が始まった頃の値に復していないことである。

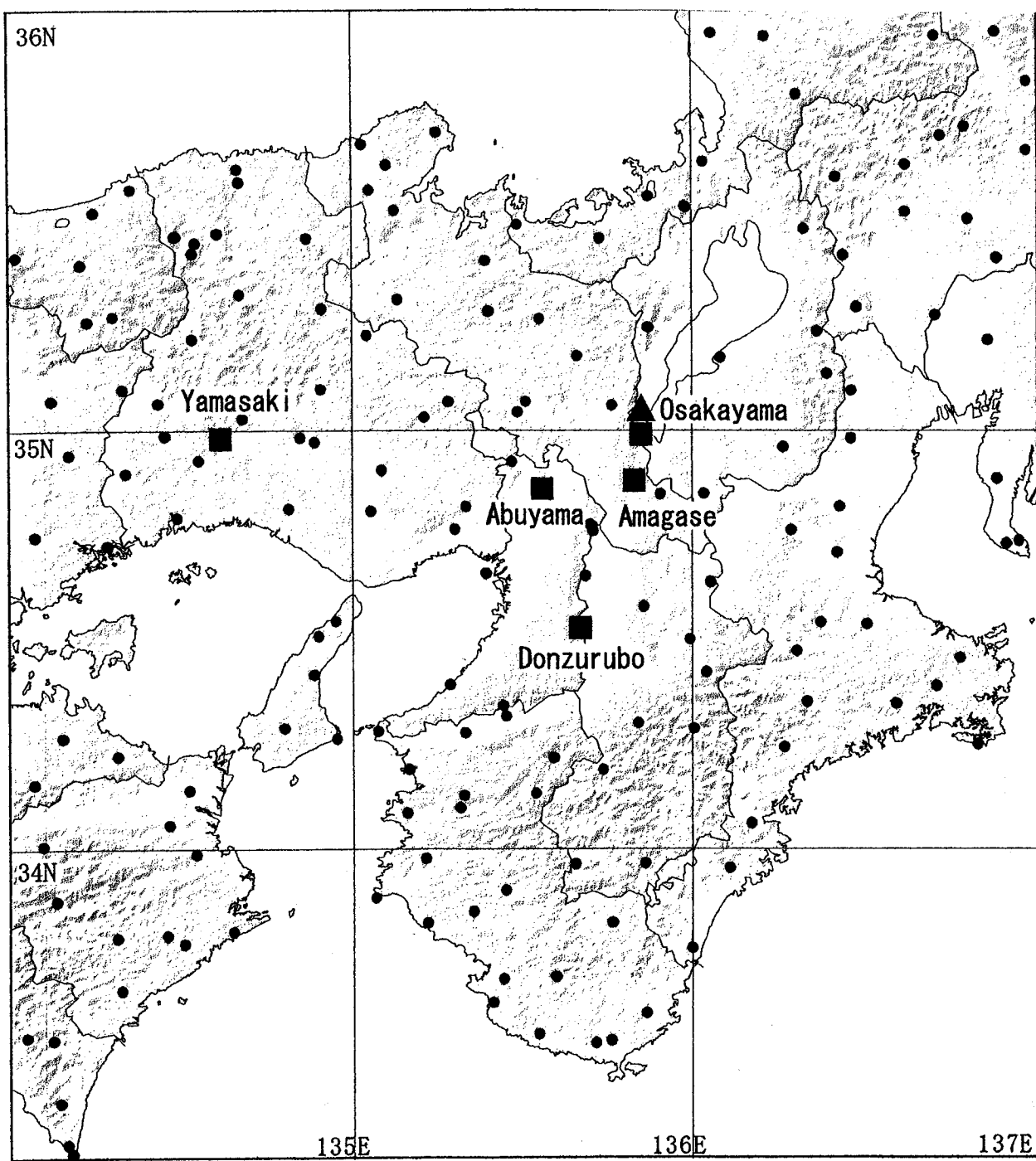
各グラフはこれまでの経年変化が分かるように、すべて1999年から現在までを示している。図2には屯鶴峯、天ヶ瀬、阿武山、逢坂山各観測所からそれぞれ歪観測値1成分を選び並べた。各観測所における他の成分は、図1に天ヶ瀬を掲げているほか、別稿の西日本の坑道内地殻変動連続観測点の記録に他の観測所とともに発表している。また、図3の逢坂山のグラフでは水位を支配する主要因の一つである雨量について雨量積算値から平均的積算直線の値を引いた差の値のグラフも付け加えている。

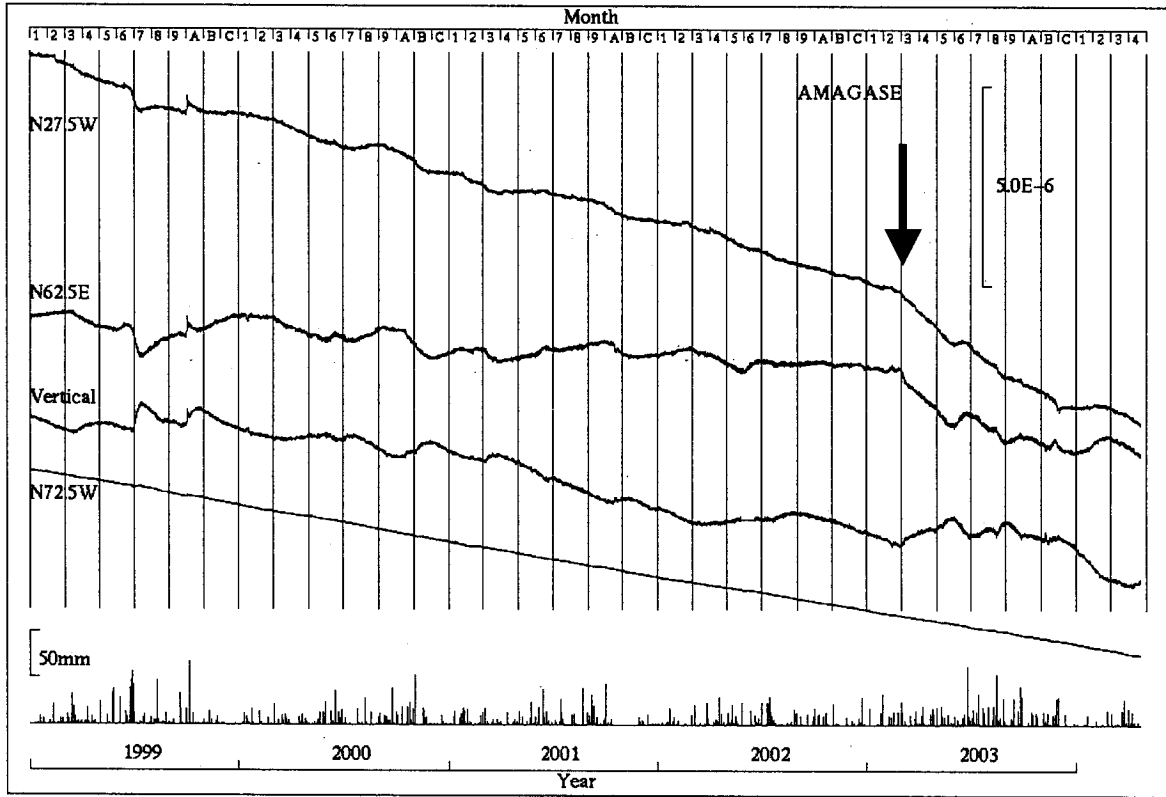
(森井 互)

第1図 天ヶ瀬観測所で観測された地殻歪変化と日雨量(1999年1月から2004年4月まで)

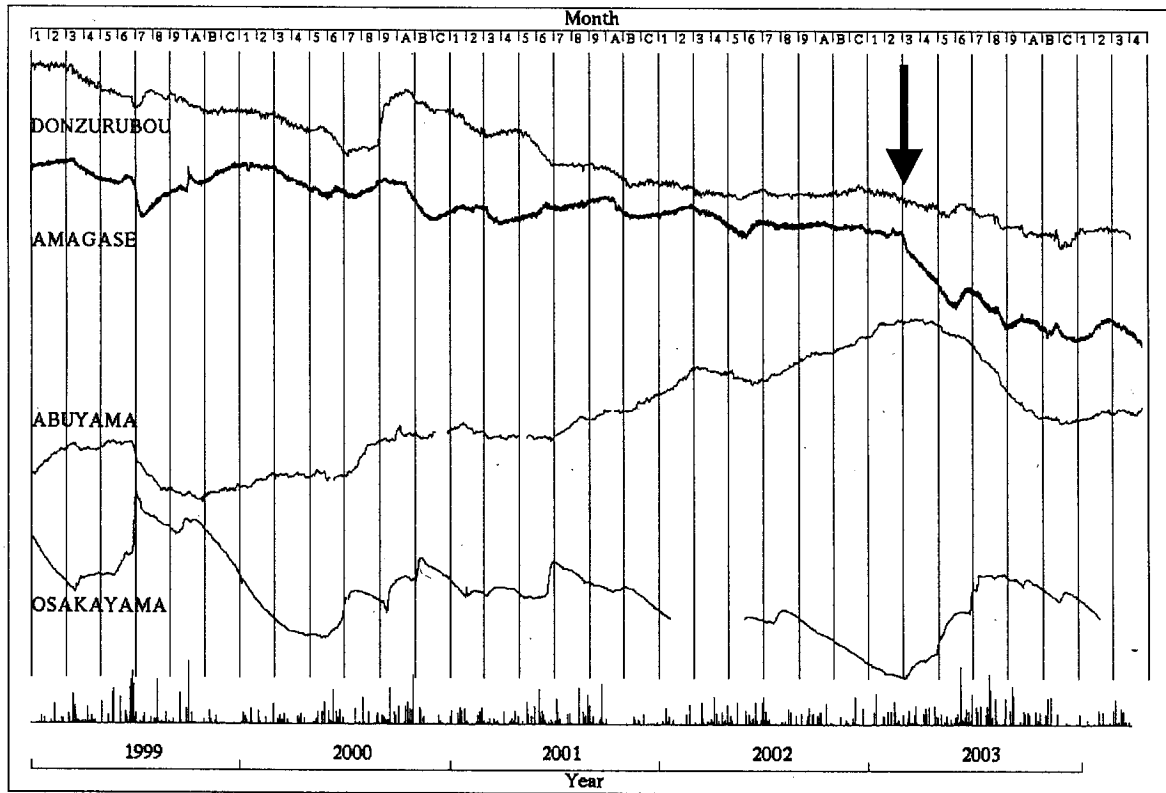
第2図 屯鶴峯、天ヶ瀬、阿武山、逢坂山各観測所で観測された地殻歪変化と天ヶ瀬観測所における日雨量(1999年1月から2004年4月まで)

第3図 逢坂山観測所における地殻歪、水位の変化および雨量積算値から平均積算直線値を差し引いた値、日雨量(1999年1月から2004年4月まで)

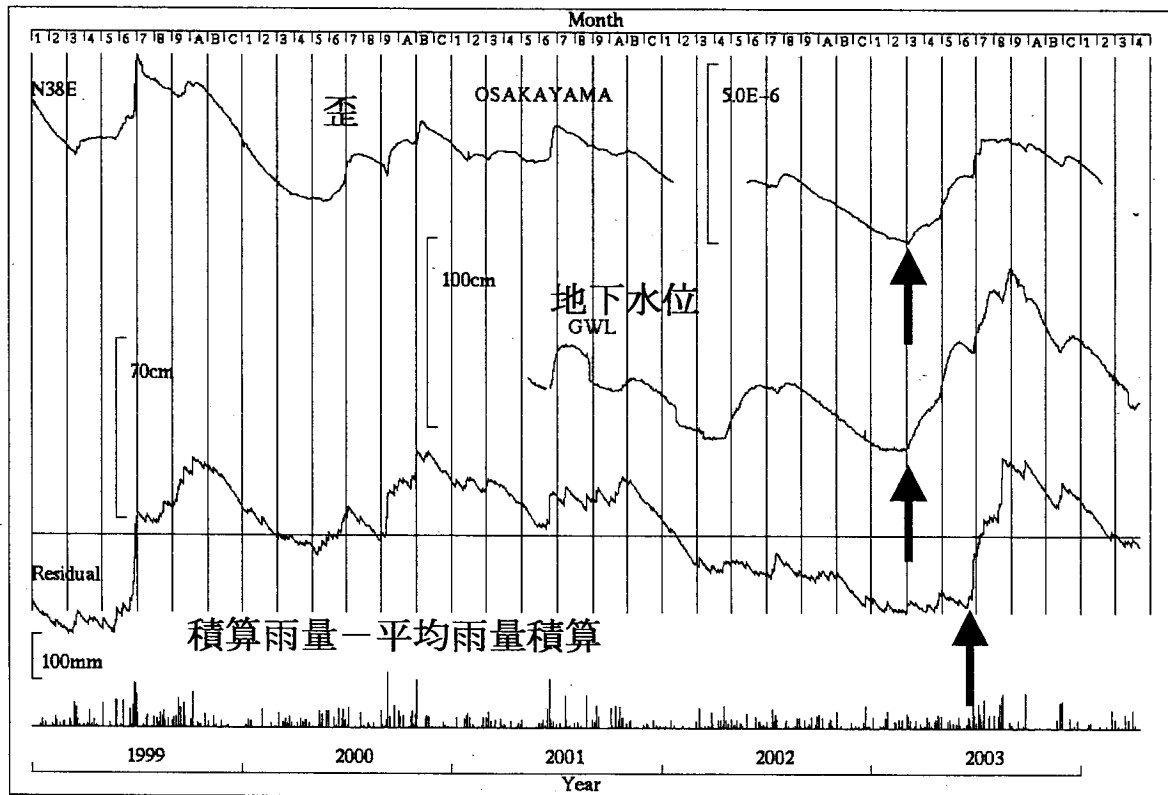




第1図 天ヶ瀬観測所で観測された地殻歪変化と日雨量(1999年1月から2004年4月まで).

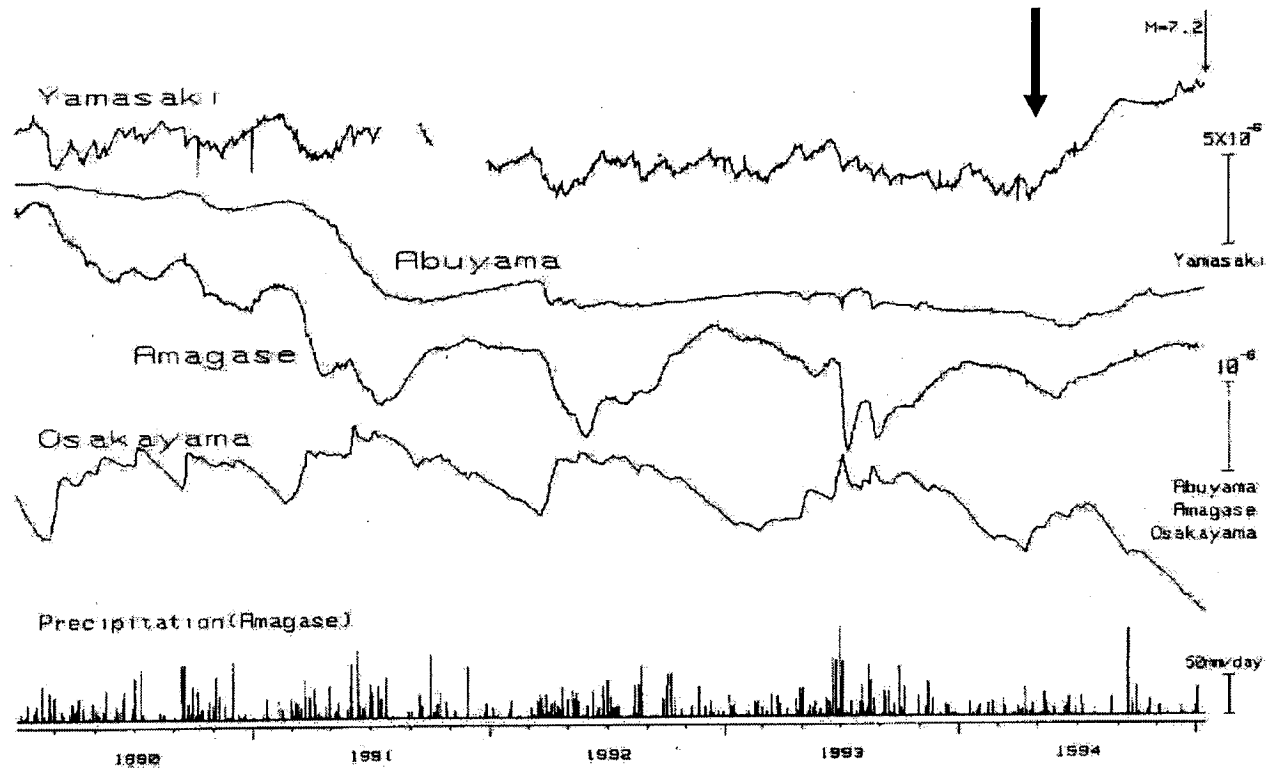


第2図 屯鶴峯、天ヶ瀬、阿武山、逢坂山各観測所で観測された地殻歪変化と天ヶ瀬観測所における日雨量 (1999年1月から2004年4月まで).



第3図 逢坂山観測所における地殻歪、地下水位の変化および積算雨量値から平均雨量積算値を差し引いた値、日雨量 (1999年1月から2004年4月まで).

1995兵庫県南部地震の前の地殻変動連続観測データ



山崎・阿武山・天ヶ瀬・逢坂山の地震前5年間の震源方向の歪変化と天ヶ瀬の日雨量

(京大・古沢,大谷)

西日本各地の地殻変動連続観測結果(1999年1月～2004年4月)

—近畿・日向灘地殻活動総合観測線、山崎断層—

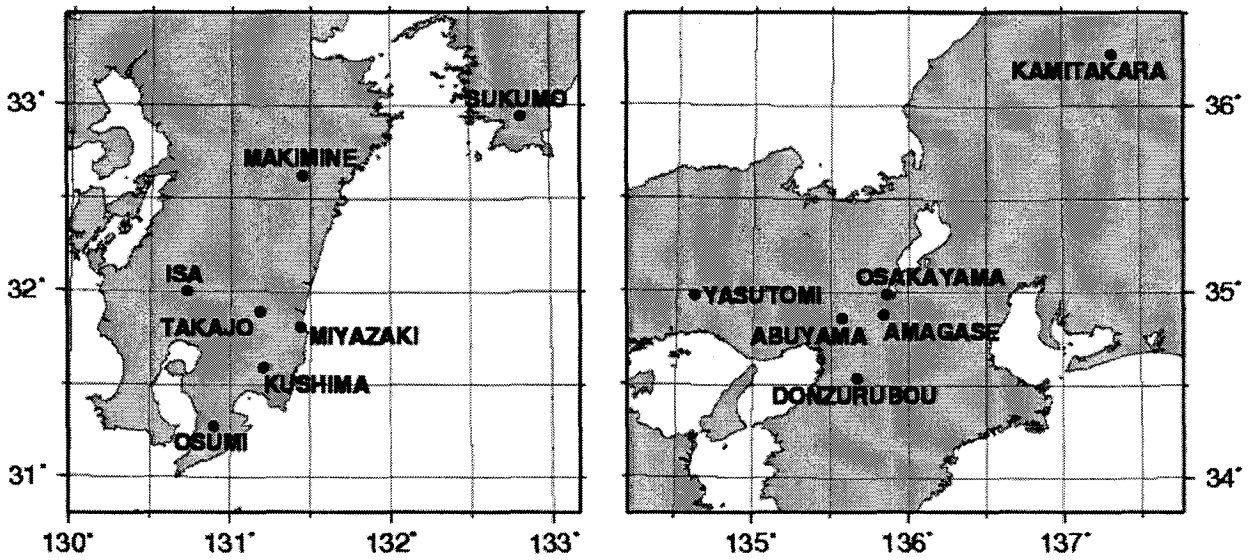
京都大学防災研究所 地震予知研究センター

京都大学防災研究所地震予知研究センターが西日本に展開している坑道内での地殻変動連続観測点のデータを1999年から現在まで5年強の期間について報告する。これまでは総合観測線記録として1年間を単位として報告してきたが、別稿の「近畿北部の最近の地殻活動」と関連させて見ていただくために、同稿の図と期間を合わせた。山陰・近畿・北陸地殻活動総合観測線から5点、日向灘地殻活動総合観測線から7点、さらに山崎断層上の安富観測室の計13点のデータを報告する。

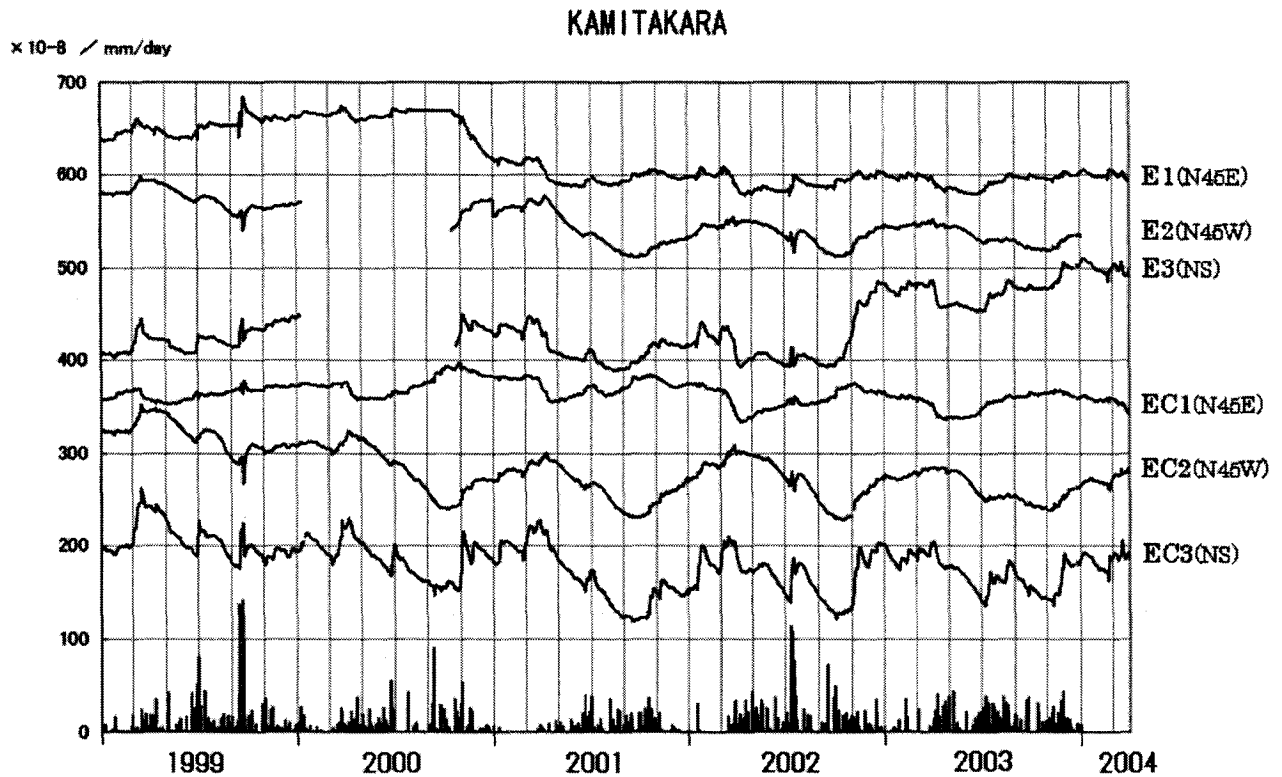
各観測点のグラフは伸縮計および雨量を中心として、一部に水管または気泡式傾斜計、地下水位記録を含む。E表記または方位のみの表示が伸縮計、ECは伸縮計の中間センサー、Wは水管傾斜計、Bは気泡式傾斜計、各グラフ最下段の棒グラフは日雨量である。安富観測室では1箇所固定した2本の基準尺に多くのセンサーを分布させているので、断層破碎帯の位置とセンサー配置の図を挿入した。

顕著な年周変化を示す安富、宿毛、串間、大隅などは坑道が浅いために外気温の影響を受けており、他の点でも降雨の影響を受けるところが多い。近畿地方では1999年と2003年の夏季の雨量が平年値より多かったが、九州ではほぼ平年値で推移している。長期的には単調な経年変化を示す地点が多いが、詳細に見れば必ずしも一様な変動ではない。近畿中央部の天ヶ瀬、阿武山、逢坂山、屯鶴峯の各観測所では2003年2月末ごろより歪変化率や水位変化にそれまでの経年変化とは異なる傾向がみられているが、これは上記別稿で具体的に述べる。宮崎観測所ではいくつかの成分で、1996年に連続して発生した2個のM6級地震をはさんでその1年ばかり前より歪レートが大きくなっていたが、2001年から2002年にかけて1995年までのレートに戻った。

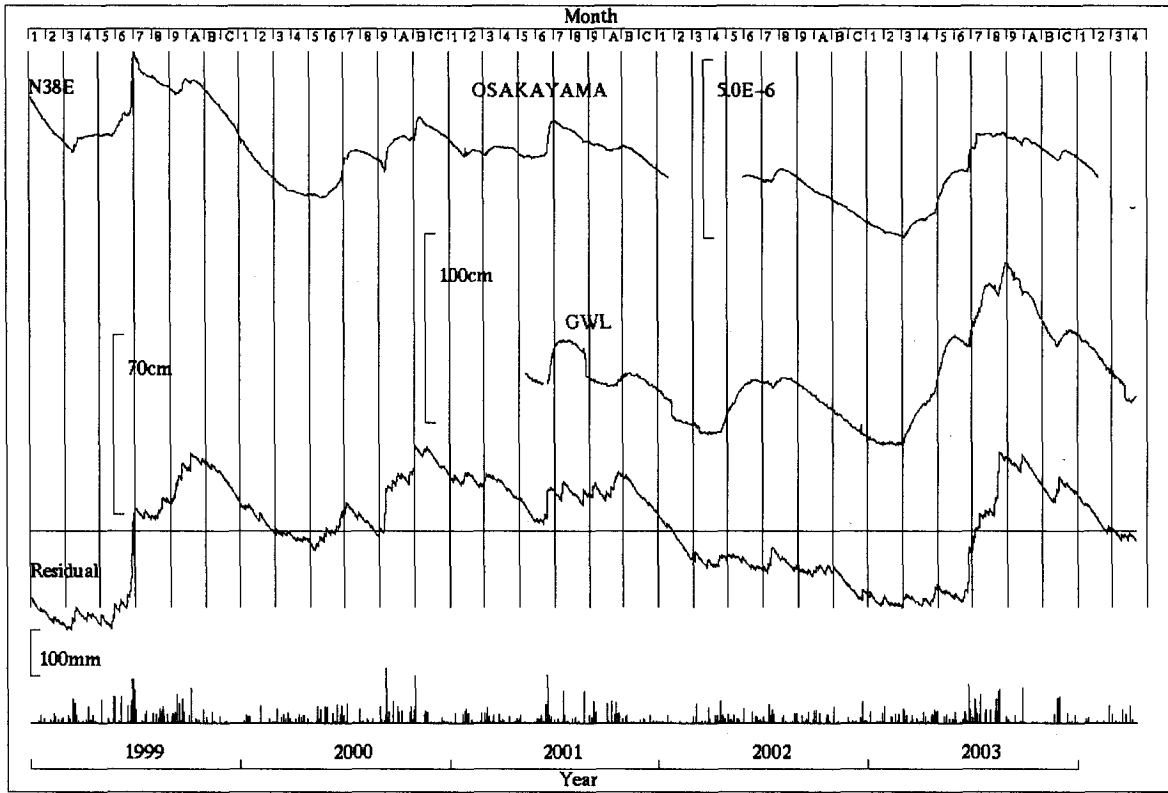
(大谷文夫・寺石眞弘・渡辺邦彦)



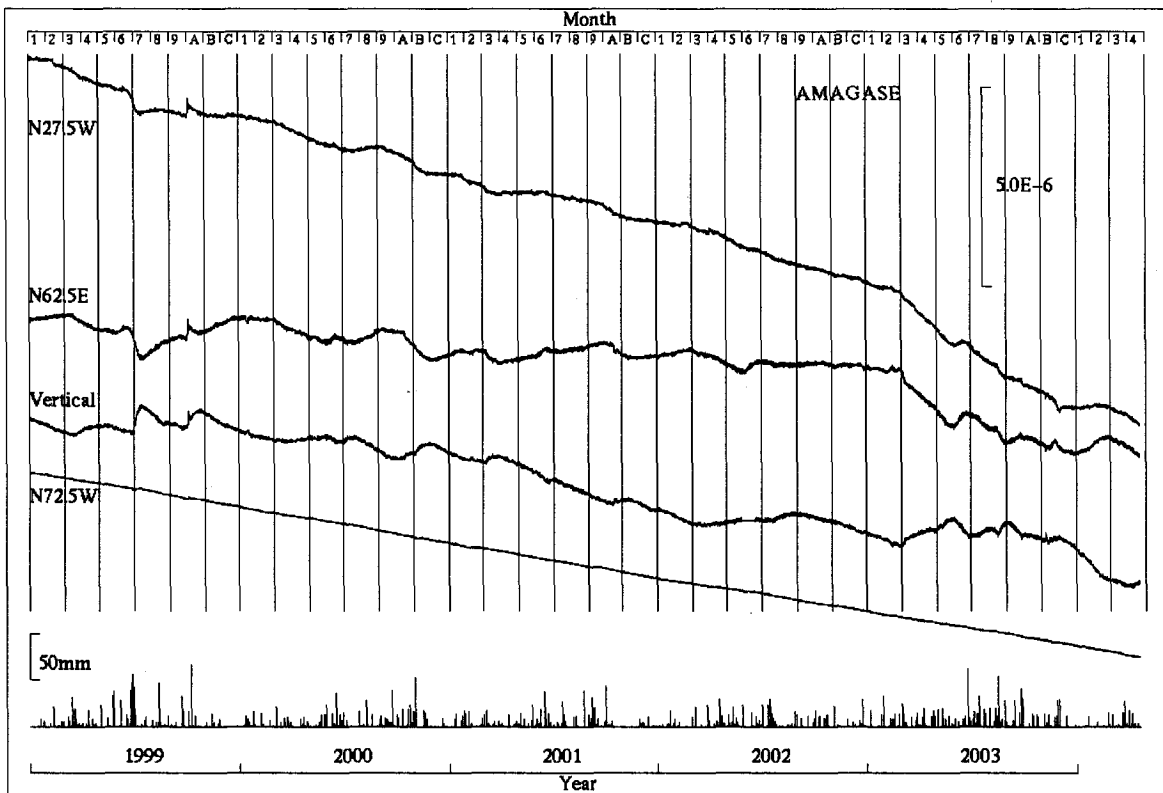
第1図 観測点位置図



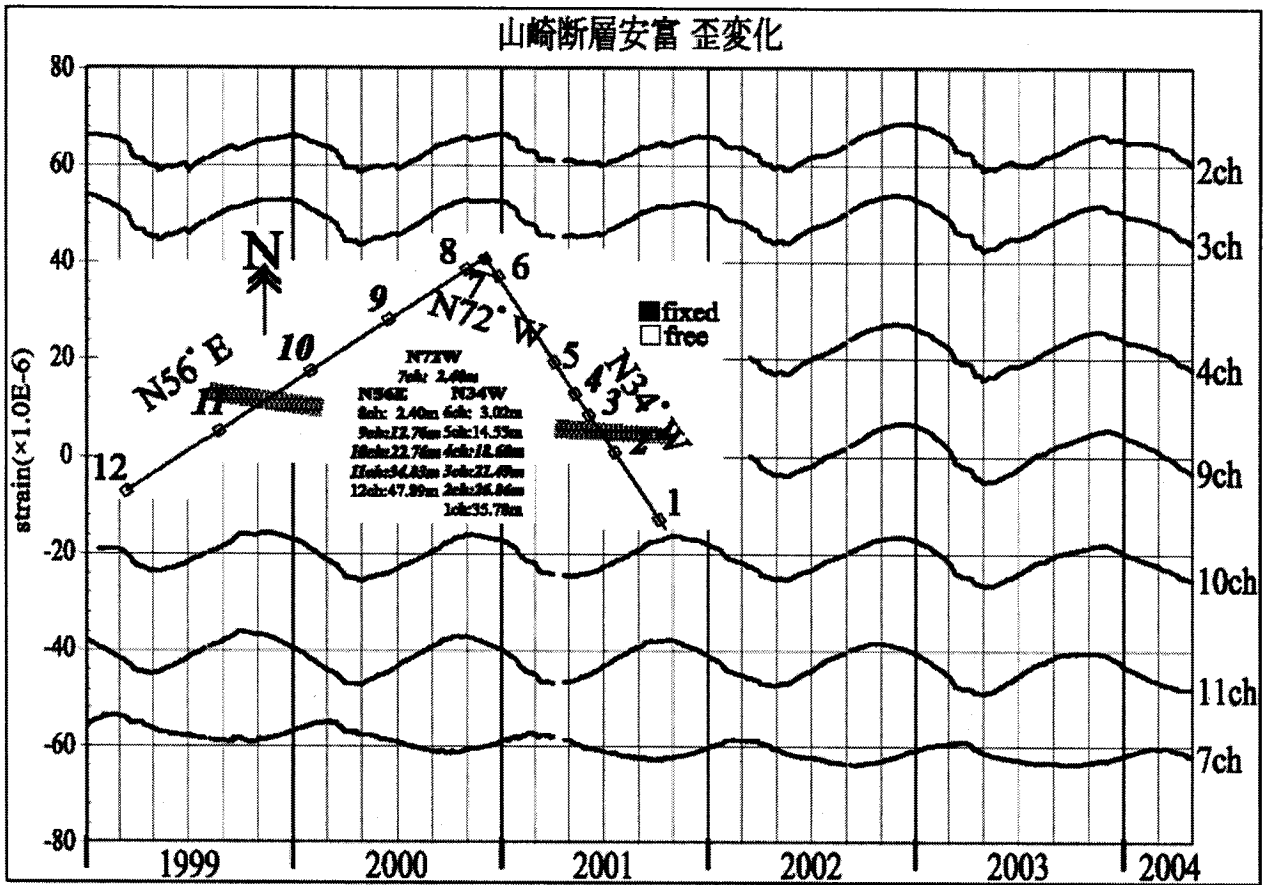
第2図 上宝観測所（蔵柱観測室）における歪変化と日雨量(1999年1月～2004年4月).



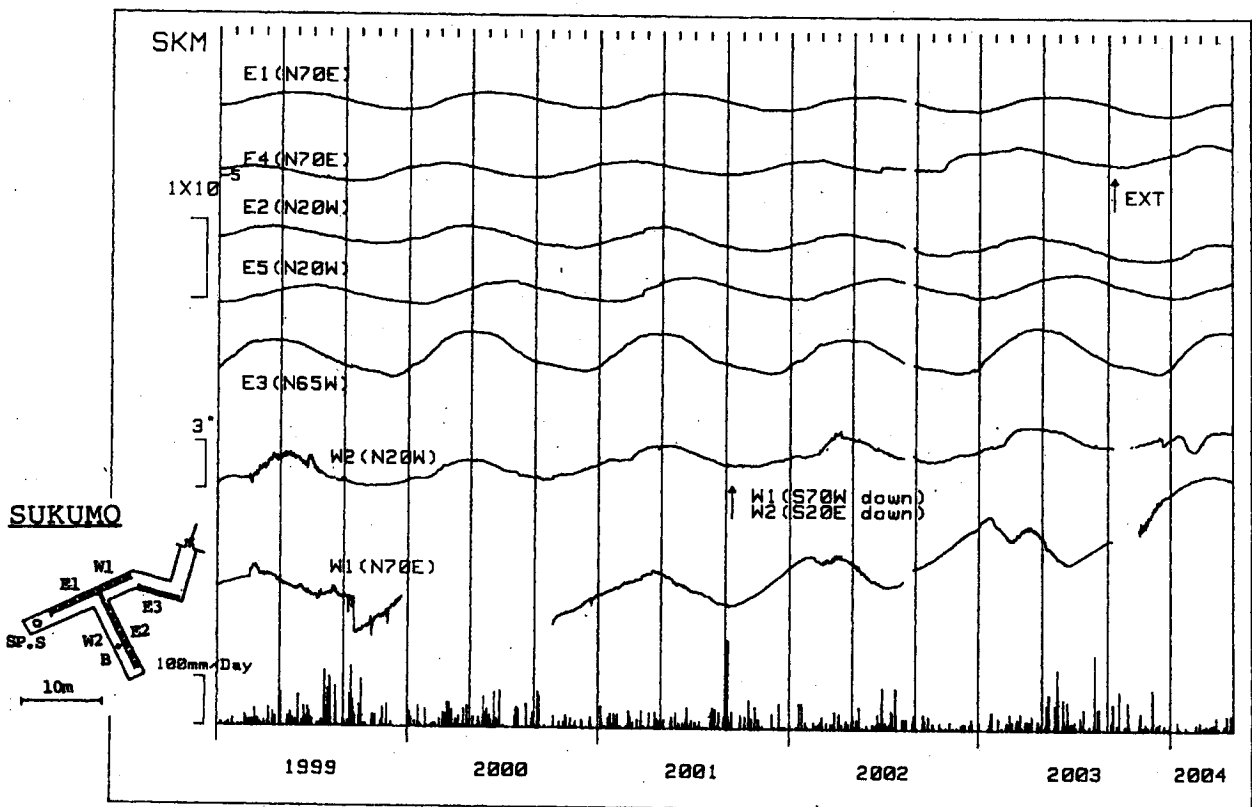
第3図 逢坂山観測所における歪変化、地下水位(GWL)、積算雨量から平均積算直線を差し引いた値、日雨量(1999年1月~2004年4月).



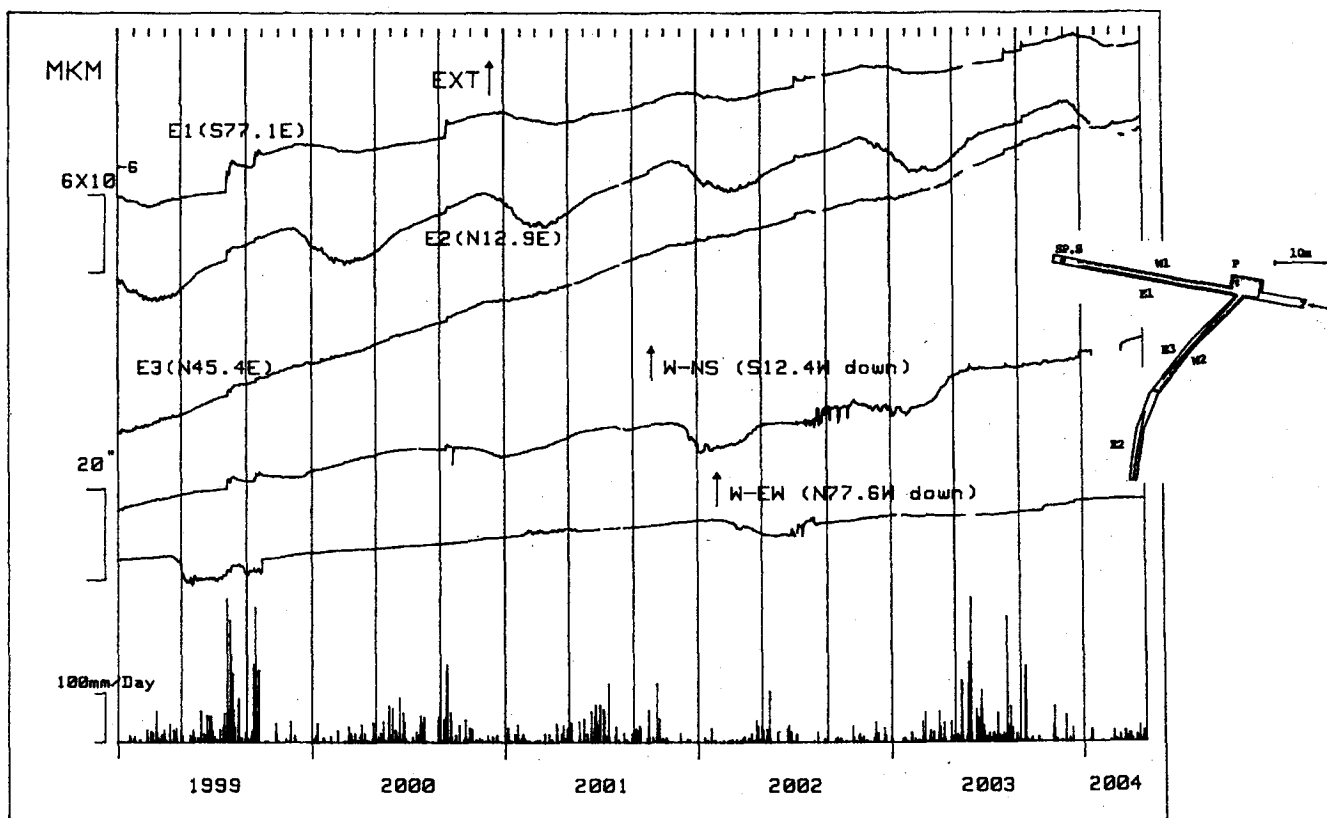
第4図 天ヶ瀬観測室における歪変化と日雨量(1999年1月~2004年4月).



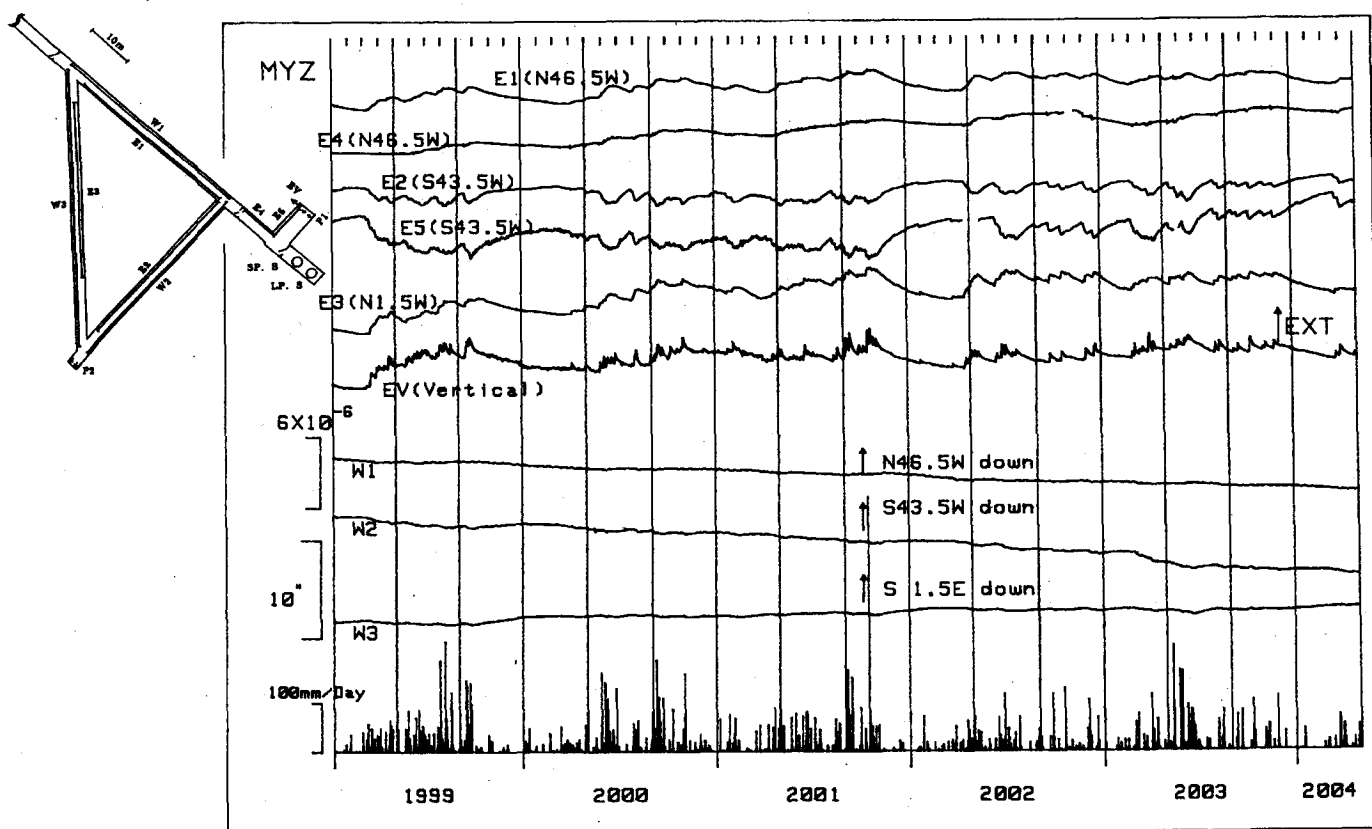
第7図 山崎断層安富観測室における歪変化 (1999年1月~2004年4月).



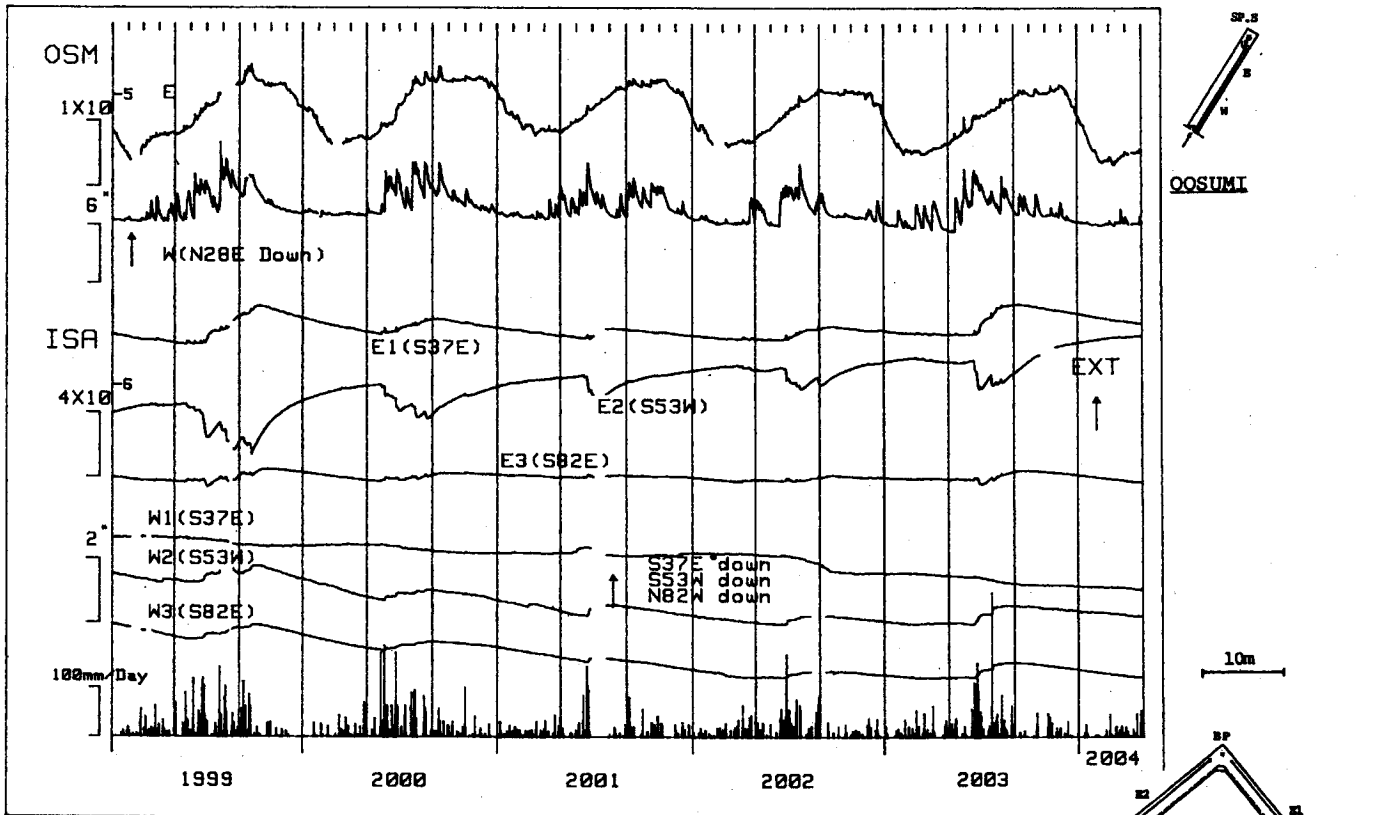
第8図 宿毛観測室における歪・傾斜変化と日雨量(1999年1月~2004年4月).



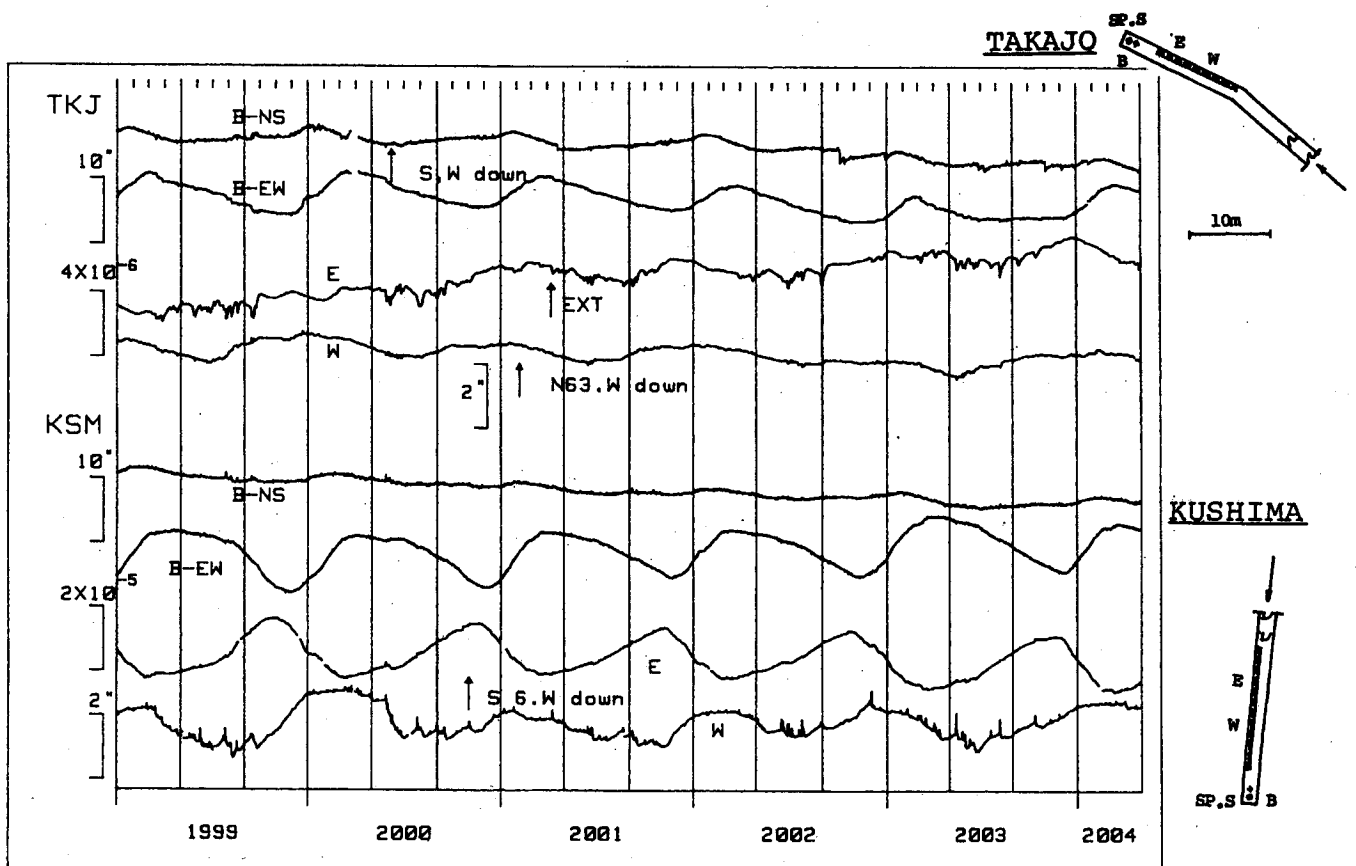
第9図 槇峰観測室における歪・傾斜変化と日雨量(1999年1月～2004年4月).



第10図 宮崎観測室における歪・傾斜変化と日雨量(1999年1月～2004年4月).



第 11 図 伊佐・大隈各観測室における歪・傾斜変化と伊佐の日雨量
(1999年1月～2004年4月).



第 12 図 高城・串間各観測室における歪・傾斜変化(1999年1月～2004年4月).

淡路島 800m孔における歪と地下水圧の変化

京都大学大学院理学研究科
 京都大学防災研究所
 東京大学地震研究所

淡路島 800m孔は野島断層解剖計画で掘削され、地殻変動と地下水の観測が行われてきた。この孔は水頭がフランジより上であり、孔口を密閉すると水圧が約 80kPa 上昇する。ここでは、観測された歪と水圧変化に見られる特異な変化について報告する。

1. 歪変化には、4～5年の周期で揺らぎが見られる。
2. 最近（2003年12月28日—2004年1月14日）、短期間の水圧低下が観測された。この低下は、2000年鳥取県西部地震の前（2000年8月21日—9月10日）に記録されたものと類似の変化である。また、京都市の大原観測井（産業技術総合研究所）の水位データにも同じところに水位低下が見られる。

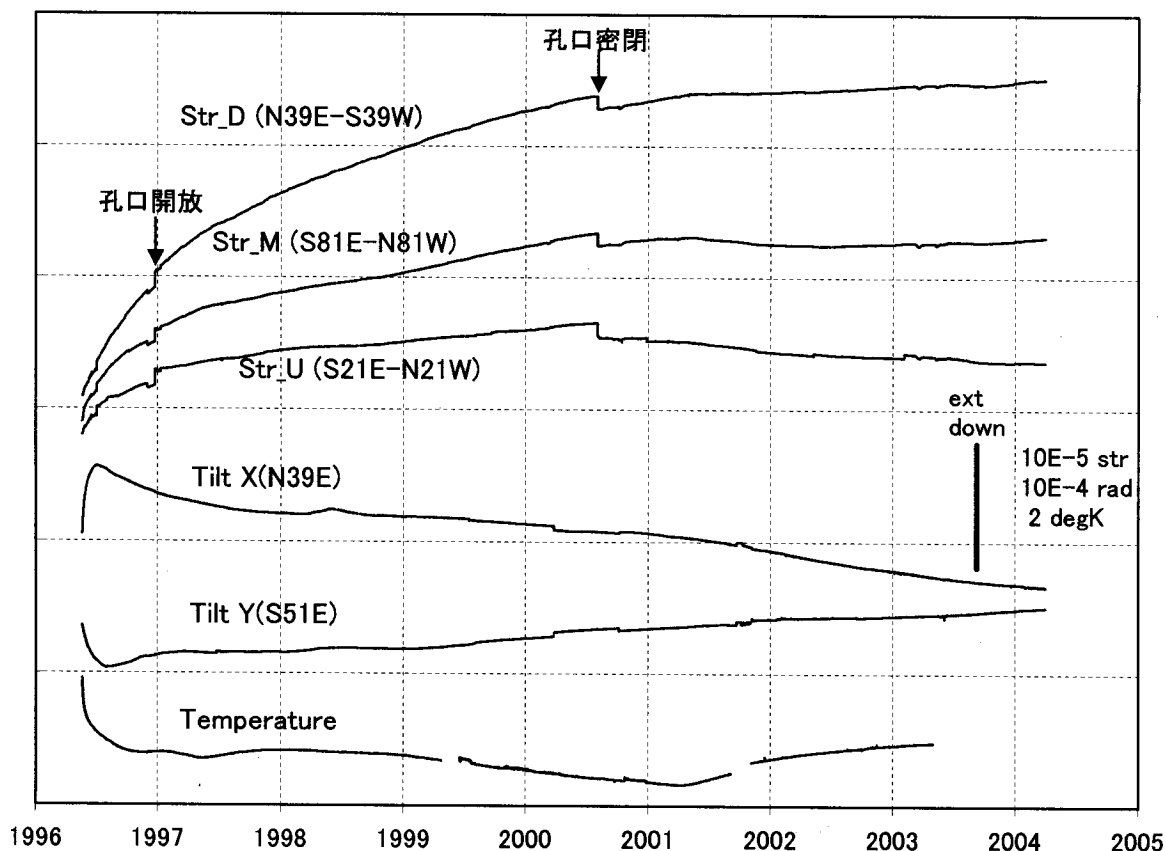


図1. 淡路島 800m孔で観測された歪、傾斜、地下温度の変化（1996年6月—2004年3月）。1996年12月末に孔口が開放され、2000年8月初めに密閉された。矢印で示す歪変化はボアホール内の水圧変化により生じた。ちなみに、1996年の変化は、計器設置の影響である。2001年春頃、地下温度が上昇に転じ、歪と傾斜のトレンドにも変化が生じた。

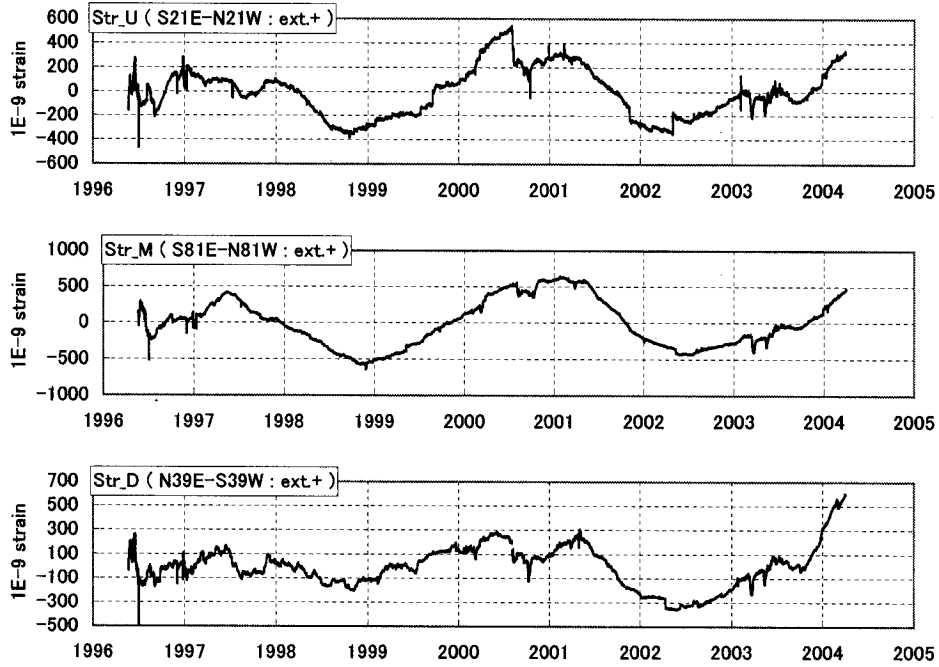


図2. 指数関数的と直線トレンド除去後の歪変化。
年周変化も除去された。4~5年の周期的変化があるように見られる。

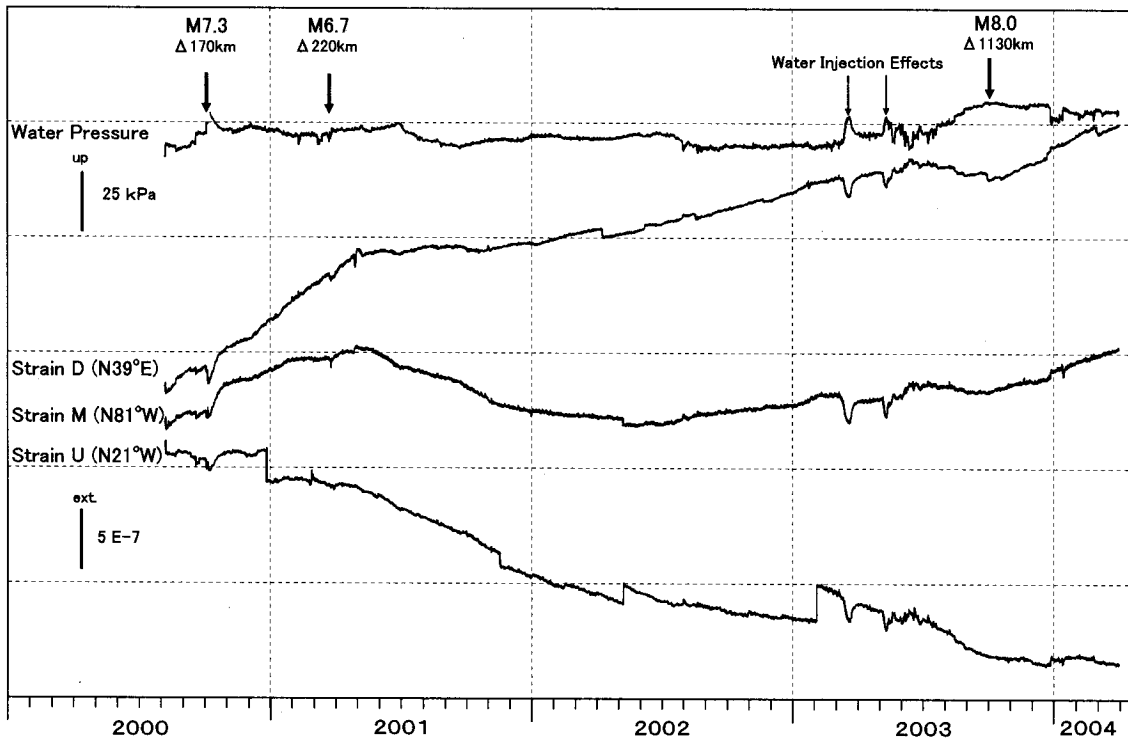


図3. 地下水圧と歪3成分の変化 (2000年8月—2004年3月)。

細矢印は、1800m孔からの注水試験を示し、太矢印は、顕著な地震を示す。最近 (2003年12月28日—2004年1月14日)、短期間の水圧低下が観測された。この低下は、2000年鳥取県西部地震の前 (2000年8月21日—9月10日) に記録されたものと類似の変化である。

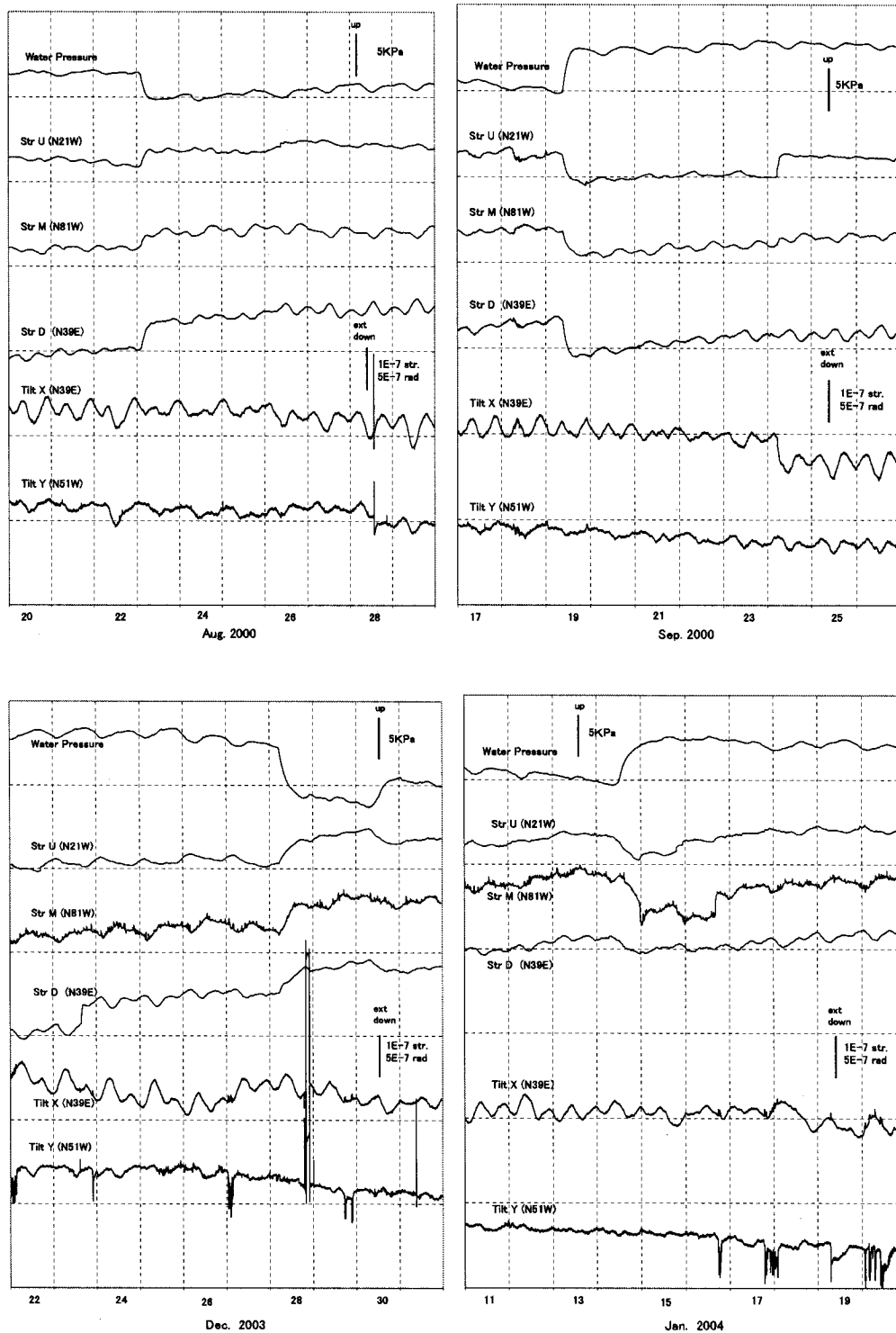


図4. 2000年8月21日—9月10日(上)と2003年12月28日—2004年1月14日(下)の水圧変化の比較。

水圧低下と回復の前後の短期間のみが示されており、それぞれの図には、水圧、歪3成分、傾斜2成分を示す。最近、Str MとTilt Yにノイズが多い。

2000年と2003年—2004年の変化とは似ているが、2000年の変化の方が水圧変化の速度は速い。

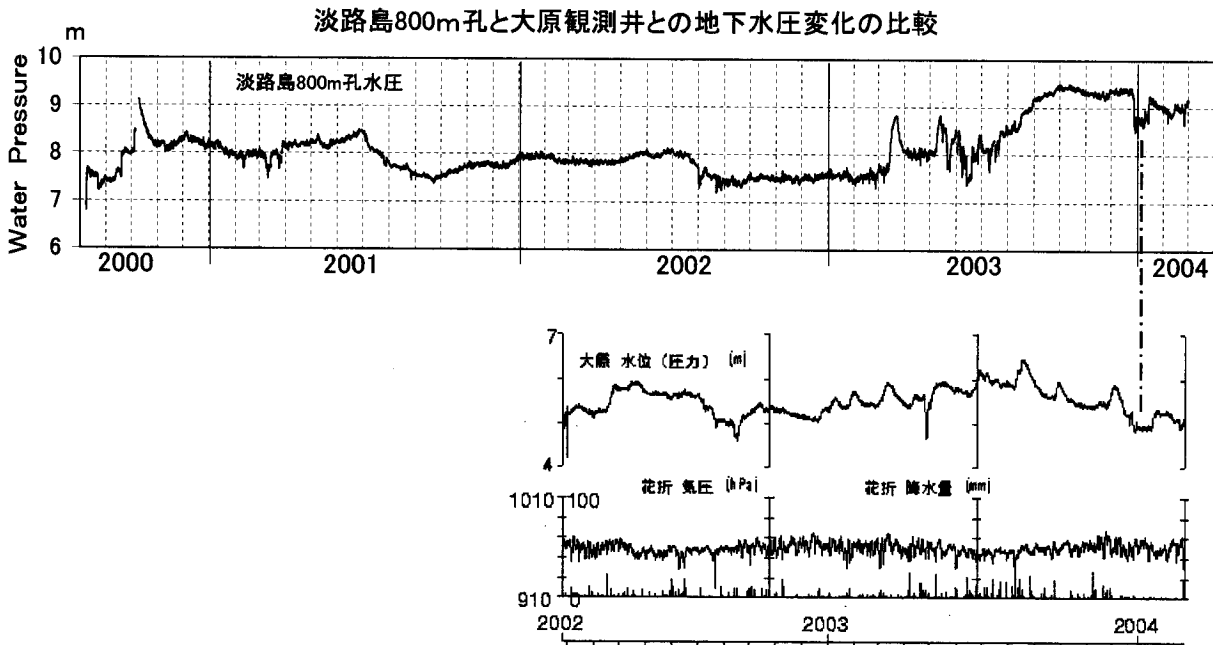


図5. 淡路島800m孔と大原観測井との地下水圧変化の比較。

2003年末-2004年初に、類似の水圧低下が見られる（一点鎖線で示す）。両観測点は、約100km離れている。なお、大原、花折のデータは産業技術総合研究所のホームページのものが修正使用された。

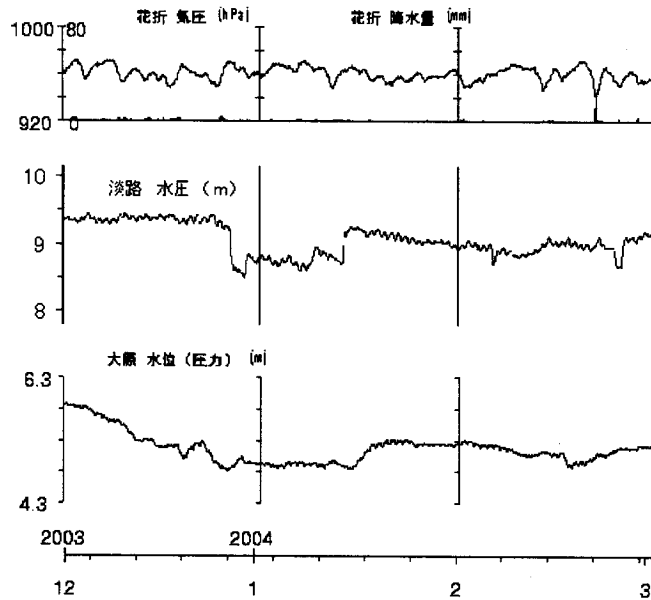


図6. 淡路島800m孔と大原観測井との地下水圧変化の詳細比較。

大原、花折のデータは産業技術総合研究所のホームページのものが修正使用された。